

**SPECIAL THANKS TO**

Dale Meade

Lori Meade

Masa and Sakiko Ono

Mako Richardson



A Celebration of the Life and Work of

**SHOICHI YOSHIKAWA**

APRIL 9, 1934—NOVEMBER 4, 2010



*while I take my nap  
cicada sing among trees  
disrupting my dreams*

-SHOICHI YOSHIKAWA, 2004

## SHOICHI YOSHIKAWA MEMORIAL SERVICE

Saturday, December 11, 2010

### WELCOME AND OPENING REMARKS

Yoko Yoshikawa

### WORDS OF REMEMBRANCE

Yoshitaro Iiyama *read by Jean Cipriani*

Dale Meade

Tihiro Ohkawa *read by Dale Meade*

Paul Rutherford *read by Dale Meade*

Ken Young

Michio Okabayashi

John Schmidt

Helen Wise

Masa Ono

Atsuo Iiyoshi *read by Masa Ono*

### CLOSING REMARKS

Mako Yoshikawa

Princeton Hyatt Regency  
Princeton, New Jersey





## **Dr. Shoichi Yoshikawa's Obituary – by Dr. Dale Meade of PPPL**

Dr. Shoichi Yoshikawa, 76, was an internationally known leader in fusion energy research. He died peacefully at his home in Princeton, New Jersey on November 4, 2010.

Born in Tokyo, Japan, Dr. Yoshikawa was a graduate of the University of Tokyo, and received his Ph.D. in Nuclear Engineering from MIT in 1961. He then joined the fusion energy research program at Princeton University's Plasma Physics Laboratory (PPPL) where he quickly became one of the scientific leaders of the Model C Stellarator experimental program. He led experimental programs on plasma containment and plasma instabilities, which demonstrated that plasma turbulence caused the fusion fuel to be lost rapidly from a magnetic bottle. In 1966, he initiated the construction of a series of fusion experiments based on a new type of magnetic bottle using multipole magnetic fields to understand and reduce plasma turbulence. These new experiments and his theoretical investigations revealed an increased understanding of the plasma losses that had plagued earlier experiments.

In 1968, he invented a new type of magnetic bottle to confine fusion plasmas called the Spherator, which according to his theoretical predictions, would reduce plasma turbulence under controlled conditions. This program culminated with the first levitated superconductor multipole experiment in 1970 and the larger Floating Multipole (FM-1) in 1973. During the late 1960s, he was one of the first in the United States to appreciate the advantages of the Russian tokamak fusion confinement concept, and he encouraged the construction of a large tokamak experiment (PLT) at PPPL.

In the early 1970's, he returned to Japan as a Professor at the University of Tokyo where he led an experimental program and taught fusion plasma physics to a generation of graduate students. During this time, he was a strong advocate for the construction of a very large tokamak in Japan that eventually led to the highly successful JT-60 fusion program. He returned to Princeton University in the late 1970's as a Lecturer with Rank of Professor in the Astrophysics Department where he continued to teach graduate students and was an advocate of innovative magnetic confinement concepts such as the OCLATOR toroidal reactor concept. In the early 1980s, he combined insights from his earlier work on stellarators and multipoles, and conceived an improved helical axis stellarator magnetic bottle that led to the construction of new fusion experiments in Spain and Australia.

Over the course of his career, he wrote seven books on subjects that included mathematical physics, atomic physics, plasma physics and fusion energy, and was a contributing author to several other technical books. He received the Mainichi-Shinbun Award for "Distinguished Publication" in 1974 for his popular book on fusion. He was a Fellow in the American Physical Society and retired from Princeton University in 2000.

Dr. Yoshikawa is survived by three daughters, Yoko Yoshikawa, Mako Yoshikawa, and Aiko Yoshikawa.).



吉川庄一先生は、去る11月5日、自宅で突然お亡くなりになりました。享年75歳でした。

吉川先生は、核融合の草創期のパイオニアとして、発展期の索引者として活躍されました。

1958年に東京大学の理学部物理学科を卒業後、米国MIT原子力工学科大学院に留学し、D. Rose教授の下で1961年に僅か3年でPh. Dを得て、ただちにL. Spitzerが所長をしていたプリンストン大学プラズマ物理研究所（PPPL）に招かれました。当時、研究所にはT. Stix、J. Dawson、R. Peaseなど世界から名だたる研究者が集まっていました。吉川先生は、すぐに主任研究員となり、同研究所の主装置であったC-ステラレータ実験のリーダー的存在として縦横無尽の働きをしていました。

たまたま、1965～67年の間、私はポスドクの研究員として吉川先生の下でC-ステラレータの実験に参加していて、その様子をつぶさに見ていました。そのときに達成された1keV近いイオン温度、RF加熱や電流駆動、ダイバーター概念、といった多くの成果は、LHDはじめ今日のヘリカル系研究のみならず、その後のトカマク研究の源流であると思います。

当時最大の課題は、C-ステラレータで観測されていた異常損失の原因究明とその改善方策を見つけることでした。吉川先生がプラズマの平衡から始まって、ドリフト不安定、対流胞（磁気面破壊などによる）など原因と考えられることを理論、実験を駆使して示し、どうすればそれが改善できるかを熱く語っていました。それに対してSpitzer所長はじめ所員が真剣に取り組もうとしていました。その結果1970年代に入って吉川先生のアイデアになるLevitron（世界初の超伝導装置でもある）、Spherator、FM-1などの内部導体型の建設・実験が進み、古典拡散に近いプラズマの生成が実証されました。

これにより、“練獄の苦しみ”からの脱出に明るい見通しが得られ、その後のトロイダル装置の設計指針が得られるようになりました。吉川先生はPPPLでのトカマク研究への方針転換を指導し、STトカマク実験を経てトカマク装置PLTが建設されて、1億度のプラズマがつくられるなどの成果が得られました。その結果に勇気づけられ、TFTR（米）、JET（EC）、JT-60（日）への発展につながったことはよく知られています。

吉川先生は、天才的な頭脳の持ち主であり、並外れた創造性が数々のアイデアを生み、Helicac、ATC、PBXなどを合わせると現存する核融合方式のほとんど全てに先生のアイデアが生かされているとあってよく、先生無くしては現在の核融合の進展は無かったと言っても過言ではないと思います。

吉川先生は、1973～1976年に日本へ一時帰国され、東京大学教授として後進の育成に務めると共にJT-60の基本構想をつくられました。当時の大学院生に伊藤公孝氏（核融合科学研究所教授）、伊藤早苗氏（九州大学教授）、牧島

一夫氏（東京大学教授）、岩橋理彦氏（内閣府審議官歴任）など現在いろいろな方面で活躍している多くの逸材が集まっていました。

残念ながら、その頃先生は体調を崩され再びプリンストンに戻ることで、プリンストン大学教授として2000年に引退されるまで独創的アイデアを次々と発信し続けました。先生はプリンストンに戻った後も核融合科学研究所、日本原子力研究所の良き指南役として、我国の核融合に力強いメッセージを送り続けたことは、多くの方々の心に残っていることと思います。ITER計画の遅れによって、先生の夢だった核融合点火実証実験の実現を待たずに亡くなられたことは、さぞ無念のことであつたろうと思います。

昨年の夏京都へ一緒に旅行した時には、珍しく先生の方から広隆寺に行きたいと言われました。ふくよかで慈愛溢れる弥勒菩薩をじっといつまでも見つめていた姿が今でも目に焼きついています。それが最後の別れとなってしまいました。先生どうぞ安らかに眠り下さい。



Prof. Shoichi Yoshikawa with Prof. Iiyoshi in Kyoto, June, 2009



## Obituary of Professor Shoichi Yoshikawa (an English version)

Atsuo Iiyoshi<sup>2</sup>Chancellor,Chubu University<sup>2</sup>

Professor Shoichi Yoshikawa suddenly passed away on 5<sup>th</sup> November at his home in Princeton, New Jersey. He was 75 years old.

Professor Yoshikawa was active as a pioneer and one of the world leaders during the founding period of the discipline of nuclear fusion research.

After graduating from the University of Tokyo majoring physics in the Department of Science, he went on to graduate school at MIT to study nuclear engineering. There, after only three years, he obtained the degree of Ph. D. in 1961 under the supervision of Professor David Rose, and was invited to join the Plasma Physics Laboratory of Princeton University (PPPL), where Professor Lyman Spitzer Jr. was the Director. At that time, the Laboratory attracted such world leaders as Thomas Stix, John Dawson, and Bas Pease. Professor Yoshikawa was promptly promoted to a Chief Researcher, and became the leader of the C-Stellarator, the main plasma device of the Laboratory at the time, and worked tirelessly for its advancement.

By chance, I joined the C-Stellarator project of Professor Yoshikawa as a postdoc in 1965-67, and watched how he worked. The achievements from the project, such as ion temperatures approaching 1 keV, the RF heating and current drive, and the concept of a divertor, were the origins not only of LHD and other helical confinement devices but also of tokamak devices.

At that time, the biggest issue was to clarify the cause of anomalous loss observed in the C-Stellarator and to find ways to improve confinement. He used to talk, with much enthusiasm, of possible causes of the loss, starting from plasma equilibrium to other possible causes such as drift instability, convective bubbles (eg., due to destruction of magnetic surfaces) from both theoretical and experimental standpoints, and how to improve plasma performance by overcoming these causes. Following his ideas, Director Spitzer and other staff members of the Laboratory strenuously tried to tackle the problems. As a result, a family of internal conductor systems based on his ideas, such as the Levitron (in fact, this was the first superconducting machine for plasma confinement studies in the world), the Spherator, and FM-1, were planned, constructed, and these experiments were executed, resulting in the formation of plasmas as predicted by classical diffusion.

These studies brought a bright prospect to emerge from the so-called “Agony in Purgatory” (Artsimovich), and established the design principle of toroidal confinement systems. Professor Yoshikawa steered PPPL to the tokamak line of research, going through the ST tokamak to the PLT tokamak, culminating in the formation of 100 million degree plasmas. It is well known that the world witnessed a new phase of research activities there and their successes were envisaged in TFTR (US), JET (EU), and JT-60 (Japan), as encouraged by the above results.

Professor Yoshikawa was a genius in every respect, and his limitless creativity produced countless new ideas, and if we think of such machines as the Helic, ATC and PBX, we see that all existing machines have somehow inherited his ideas in one way or another. In this sense, it is not an overstatement to say that nuclear fusion research at the present level would not have been possible without him.

Professor Yoshikawa once returned back to Japan in 1973-76 as a Professor at the University of Tokyo, teaching young students and providing the fundamental guidelines of the JT-60 machine. Graduate students at that time include such prominent figures as Kimitaka Itoh (Professor at the National Institute of Fusion Science), Sanae I-Itoh (Professor of Kyushu University), Kazuo Makishima (Professor of Tokyo University), and Michihiko Iwahashi (former secretary at the Prime Minister's office), who has been active in many areas in this country.

Unfortunately, his health deteriorated in this period, which forced him to return to Princeton. As a Professor at Princeton University, he continued to conceive numerous ingenious ideas until his retirement in 2000. He is remembered as continuously giving strong messages to the nuclear fusion community in Japan, by being a good adviser and guide for both the National Institute of Fusion Science and the Japan Atomic Energy Research Institute. It must have been his great regret that he passed away without witnessing the fusion ignition experiment due to delays in the ITER program.

When I travelled together with Professor Yoshikawa to Kyoto in the summer of last year, he proposed to go to Koryuji Temple from his side, which was rather unusual. It is still deep in my eyes as he was gazing for a long time at the statue of Moroku-Bosatsu there which had a soft and thoughtful face, full of benevolence. That has become my last chance to see him. I wish him to have a peaceful and eternal rest.



## 吉川庄一先生のご活動

核融合科学研究所 伊藤公孝  
九州大学 伊藤早苗

このメモは追悼記事について新聞社のかたから問い合わせがあったときに記憶にそって書き留めたものです。

先生は、1935年4月生まれ、1958年東京大学理学部物理学科ご卒業、核融合の研究を志され米国MITの大学院に進学、1961年PhDの学位を得て、実験物理学者としてプリンストン大学プラズマ物理学研究所(PPPL)主任研究員（同大学天体物理学教授待遇）として同研究所で活躍された。一時東京大学教授として帰国されたが、間もなくPPPLに戻られた。PPPLでは核融合研究初期の難問を解決され、プリンストン・スクールとも呼ぶべき陶冶の場を形作り、日本では大型トカマク装置JT-60の実現を先導され、現在のITER（国際熱核融合炉実験装置）への道を基礎づけられた。その後ヘリカル型実験装置の新概念を提示され核融合研究の展開を駆動された。常にアイデアが浮かび続ける一生であった。

### プリンストンでの研究のいくつかの例

MITで学位取得後プリンストン大学プラズマ物理学研究所(PPL)研究員になり、すぐに主任研究員として同研究所の中心人物になり、同研究所の黄金時代を支える。研究所ではtrouble shooterといわれ、難しい問題を軽々解決するスタイルで尊敬を集めた。今日に至る迄、GAの大河先生が” He was the smartest student I have known.”とおっしゃるように頭の良さは群を抜いていた。

PPLは庄一先生が参画された頃、C-Stellaratorと呼ばれる大型核融合研究を遂行、世界の核融合研究のメッカであった。初代所長Spitzerが考案したプラズマ閉じ込め方式。この実験で庄一先生は1000万度の高イオン温度達成（飯吉先生と一緒に）、トーラスプラズマでのrf電流駆動実証（何10年後かのトカマクでの中心実験テーマとなった）等を達成するとともに、C-Stellaratorで見られた強いエネルギー損失の問題（プラズマ温度が高まるにつれ損失が増加するもので、Bohm損失と呼ばれた）の原因解明に寄与。具体的には、（専門的言葉では）磁気面破壊の問題研究、ドリフト波揺動研究、・・・などに指導的役割を果たした。

同じ頃GAにおられた大河千弘先生がMultipole型トーラス装置で（専門的には）「平均極小磁場」という概念を提示し、上記Bohm損失を克服出来る事を実証した。庄一先生は、Multipole型直線装置での揺動と輸送の基礎研究を進めていたが、Multipole型トーラス装置も建設し（特にドーナツ中心に超伝導電流リングを浮かせたエレガントな実験を実現、FM-1による美しい物理実験を実現）、Bohm損失を乗り越えた状態での閉じ込め研究を開拓した。その結果、温度が高くなると損失が減り始め、ますますプラズマの閉じ込め性能が上がる（専門的には）擬古典損失と呼ばれるスケーリング領域を提示した。この成果によって世界の核融

合研究は核融合達成可能性を確認した。大河と吉川の二人の日本人の研究が世界の核融合研究の未来を与えたと言っても言い過ぎではないだろう。

1960年代末ソ連でトカマク型装置が開発されていたが、そのプラズマが庄一先生の擬古典損失スケーリングに従って性能が上がった事が示された。PPLのトカマク路線への転換を指導、トカマクの設計原理を指導した。（専門的には：トロイダル平衡における垂直磁場の役割解明、太ったドーナツが好ましい事、空芯コイル（特許）の提案、・・・）これにそってプリンストンではPLTトカマクの基礎概念がかたまり、1970年代後半には（核融合反応が起きる）1億度近いイオン温度がPLT装置で達成された。これと並行しプラズマを圧縮して加熱し（最後の点火に活かす）adiabatic toroidal compressor (ATC)の概念提示、建設、実験を実現した。

これら八面六臂の研究をしつつ、日本からの研究者を惹き付け、宇尾、飯吉、大和、岡林、山田、小野、高橋、前田、居田・・・の諸先生のプリンストン・スクールとでも言うべき人材群を築いた。先生の聲咳に接したプリンストン・スクールには、斎藤元環境大臣や学術行政にも重きをなす盟友飯吉先生もおられる等、広い世界で活躍出来る陶冶の場であった。

次に述べるように日本に短期間在職の後、改めてプリンストンに戻り、独創的なアイデアを世に問い続けた。その中には、プラズマの断面を空豆型に整える事で高い圧力のプラズマを閉じ込められるPBX概念提示、螺旋型のトーラスプラズマを巧妙に作るHelicac概念提示（これによって優れたヘリカル型の形を探索する、という先進ヘリカル研究という研究領域開拓の機運が整った）、核融合炉になった場合、単純なコイルを使って大規模な出力を取り出しうるOCLATOR炉概念提示、など、次々に研究結果を世に示した。

## 東大にて

東大理学部教授(1973～76)として我が国の核融合研究・プラズマ物理学研究に大きな指導力を発揮した。

第一に上げられるのは、大型トカマクによる臨界プラズマ実験実現へ果たされた役割である。JT-60実現へ我が国の研究や政策がどのように展開したか、そして原子力委員会の活動に庄一先生や大河先生がどのように指導的寄与をなさったか、山本賢三先生のご本[1]に詳しい。端的に言って、庄一先生の役割は、ビジョン、ターゲットと方法論を提示し、国民的支持を獲得するうえで大きな役割を果たされた事であろう。（東大物理教室の研究室で、庄一先生や日立製作所の方々が3mトカマクの青写真を最初に描いておられるのを目にしている。）講談社のブルーバックスから出版された啓発書[2]は、国民への優れたメッセージだった。（これによって1974年の毎日出版文化賞を受賞された。）庄一先生は「先行の研究があるとして、今先行している者を再現しようと追いかけるのではなく、先行している者が目指している所をこちらが先に実現する計画であるべき」と言っておられた。

核融合研究では、草創期のA計画・B計画論争はじめ大学と原研はライバル関係を保ちつつ協力してきたが、庄一先生も尽力されたJT-60にまつわる大学と原研



の協力の精神は、現在でも、その後継機JT-60SAが実現するにあたって原研と大学の協同設計作業が行われた事にも脈々と流れている。

国家的プロジェクトを論ずる一方、東大でも、非円形トカマクTNTを製作し（捕捉粒子不安定性の検証を目標、楕円形トカマクの実証、等の）学問的成果を先導し、小型トカマクMINIMAK製作し（ヘリカル不安定性の内部構造実測、等の）研究教育に先導的成果を上げておられた。

庄一先生ご自身がMITの指導教授のRoseから‘He is very very independent.’と言われたそうで、学生も出来る事を勝手にやるという学風だった。当時吉川研究室に在籍したり出入りした方々には、プラズマ物理、核融合研究、天体物理、原子核物理、低温物理、内閣府審議官歴任、等等の活躍を示す方々が数えられるなど短期間に多彩な面々が蛸集した。

我が国の核融合研究に与えたインパクトについて、JT-60実現に導かれただけでなく、学問的な方法論を骨太に示されたのが、大きな事だと思う。

まず図書執筆

核融合入門（飯吉先生と共著、培風館）は我が国発の核融合研究に関する本格的な教科書であった、

核融合への挑戦（ブルーバックス）は上記のように毎日出版文化賞を受賞された。

新・核融合への挑戦（狐崎博士と共著、ブルーバックス）は核融合研究の今日的な意義付けを示された。

その他は末尾に示す。

また、核融合研究の方法論を明確に示された。

（平衡・安定性・輸送・加熱、と整理して研究にアプローチする、という手法を示した。取りかかりようがハッキリしなかった核融合プラズマ研究に対し、個々人の専門的仕事がどのような位置づけになっているかを理解する「座標軸」の役割も果たしたと言ってよい。さらに、炉に適した配位・装置と、精密研究に適した配位・装置、とが別である事を強調。研究目的を混同する事を避ける手立てを提供。）

更に、八王子の大学セミナーハウスを会場に「核融合理論研究集会」を広島大学の西川恭二先生とともに実現した。

（ブレインストーミングによる研究、若手の啓発、共同研究の実践というように、従来ややもすると講座の中に閉じこもって行う研究が主であったが、そのスタイルに代わる共同研究の手法を実践。特に理論家と実験家の共同研究を強化した。）

アメリカ帰国後の日本へのメッセージ

米国プリンストンに帰国後も、日本の研究者との連絡が続いた。例えば、プラズマ核融合学会誌記事[3]は京都大学と広島大学における講演をまとめたもので

あるが、このように広く大学での研究指導を続けられた。とくに盟友飯吉先生が設立した核融合科学研究所の発展に対しては、継続的に知恵を寄せられた。

また、土岐会議での講演を持続的に行われた。核融合科学研究所では、1989年の創設以来、「国際土岐会議」(International Toki Conference, ITC)を発足させ、年ごとにテーマを選んで世界の研究者を集め研究のアセスメントを行うとともに世界に成果を発信している(今年は第20回)。庄一先生は随時土岐会議に参加され、指導と激励につとめられた。2007年12月の土岐会議でも”Stellarator in fifty odd years (ステラレーターの五十余年)”のタイトルで講演され、この半世紀での進歩を展望された後、

”What limit confinements of plasmas, temperatures in stellarator?” ,

“Are we really clear about beta limits?”

という「更に限界を打破出来るのではないか」という呼びかけで講演を結ばれた。常に限界の克服と問題の解決にチャレンジし続けた庄一先生が後進に送ったエールであった。

最近プリンストンのご自宅から、幾何学模様を描き出す数式を使ったデザインを発表されており、「志於道 游於芸」の心境であったと思われる。今年9月には、「健康が許せば10月末に日本に行きたい」との便りをくださったが、その計画をおやめになったのは医者のお勧めだったと後になって伺った。

終わりに

庄一先生は、日本の研究の国際化への典型例を身を以てお示しになった。庄一先生の志とヴィジョンは世界の核融合研究の源流として今日も活きている。庄一先生のご冥福を心よりお祈りいたします。

- [1] 山本賢三、「核融合の40年」ERC出版 (1997)
- [2] 吉川庄一、核融合への挑戦 無限のエネルギーを求めて  
(ブルーバックス、1974年04月)
- [3] 吉川庄一：プラズマ核融合学会誌(1987) No. 7, page 5

## ご本のリスト

吉川・飯吉：核融合入門 （培風館）（1972年 and 1976年）

吉川庄一、核融合への挑戦 無限のエネルギーを求めて  
（ブルーバックス、1974年04月）

吉川庄一、エネルギーへの挑戦 ― 日本への手紙 日米文化を比較する （サン  
ケイ出版、245p、1981/10 出版）

吉川庄一、理工系のための数学入門（1）線形代数・微積分（ページ数195p、  
1993年12月）

理工系のための数学入門（2）常微分方程式・偏微分方程式（ページ数198p、  
1994年2月）

吉川庄一、他、大学院原子核物理 （単行本：238ページ、講談社 1996/10）

吉川庄一、他、新・核融合への挑戦（ブルーバックス）[新書]  
（新書：248ページ、出版社：講談社 2003/3/18）



Professor Yoshikawa with K. Itoh and S. I. Itoh receiving the IBW Science Award. A long time friend, Professor Goto is also show in the left.

From Prof. Matsuoka of NIFS representing the fusion history achieve committee.

2010年12月3日

## 追悼文

吉川庄一先生、

先生の突然のご逝去の報に接し、一同深い悲しみに包まれております。核融合アーカイブズ活動の一環として、日本及び世界の核融合に与えられた先生のご貢献の大きさに鑑み、先生の足跡と今後の核融合研究の方針に対する先生のご意見をお伺いする目的で、2005年12月にPPPLにおいて4時間ほどインタビューをお願いしましたところ、ご快諾を得ました。誠に有り難うございました。その時の記録は核融合科学研究所・核融合アーカイブ室の貴重な資料として登録番号を付して保存し公開しております。この他にもアーカイブ室には先生縁の写真などございますので、ここに添付いたします。その後も核融合の歴史を調べるにつけ、先生のご活躍が広範囲にわたることに改めて感銘を受けております。お聞きしたいことが多々出て参りましたので、第二回目のインタビューを計画していた矢先でしたが、出来なくなってしまいました。誠に残念です。

謹んで先生のご冥福をお祈りいたします。

核融合アーカイブズ関係の有志

(安倍尚紀、雨宮高久、井口春和、植松英穂、大林治夫、木村一枝、富田幸博、難波忠清、花岡幸子、藤田順治、松岡啓介、水内亨)

(有志の簡単な紹介)

安倍尚紀：東京福祉大学、abenaokidn@gmail.com、インタビュー参加者。

雨宮高久：日本大学理工学部、csth09001@g.nihon-u.ac.jp、吉川先生の活動を含む核融合の歴史を研究中の大学院生。

井口春和：核融合科学研究所・核融合アーカイブ室長、iguchi@nifs.ac.jp、吉川先生の活動を含む核融合の歴史の研究。

植松英穂：日本大学理工学部、uematsu@phys.cst.nihon-u.ac.jp、吉川先生の業績を含む核融合開発に関する歴史の研究。

大林治夫：核融合科学研究所・名誉教授、obay@quartz.ocn.ne.jp、インタビュー参加者。

木村一枝：核融合科学研究所・核融合アーカイブ室員、kimura\_juju@yahoo.co.jp、インタビュー参加者。

富田幸博：核融合科学研究所、tomita.yukihiro@nifs.ac.jp、インタビュー参加者。

難波忠清：核融合科学研究所・核融合アーカイブ室員、namba@nifs.ac.jp、インタビュー参加者。

花岡幸子：核融合科学研究所・核融合アーカイブ室員、hanaoka.sachiko@nifs.ac.jp、吉川先生に関する資料の整理。

藤田順治：核融合科学研究所・名誉教授、jyfujita@za2.so-net.ne.jp、インタビュー参加者。吉川先生が1961年にMITでPhDを取られた後PPLに来られたのが、ちょうど私がPPLに滞在中のことでした。短い期間でしたが、仕事の上でも日常



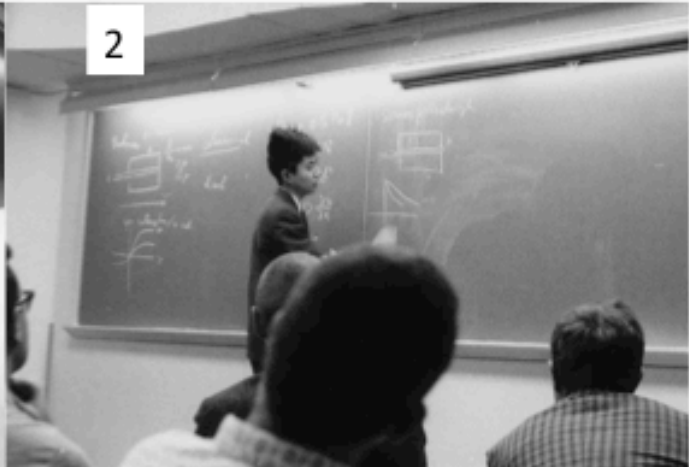
面でもプリンストン生活を共にできたのは、私にとってかけがえのない経験であり、その後のお付き合いなど、昨日のことのよう思い出されます。吉川先生が、或る研究について、「こんなことは私がとっくにやっているのに！どうも私は早過ぎるようだね。早過ぎるのは良くないことだ！」と仰っていたことを思い出します。ご自身の旅立ちも早過ぎました。残念です。

松岡啓介：核融合科学研究所・名誉教授・核融合アーカイブ室前室長、matsuoka@nifs.ac.jp、インタビュー参加者。1969年7月14~19日に行われました慶応大学での吉川先生の連続講義を聴講。その時メモしたノートは大切に保存中。1981年8月(or 9月)にHartley Ave.のご自宅にお邪魔し、ご家族にもお目にかかりました。確かその時、長谷川晃先生もご一緒。国際土岐コンファレンスにご来訪時(2007年10月)にホテル予約などのお世話をいたしました。10月16日には有志を集め、先生にHelic配位のomnigeneityについて1時間のlectureをお願いしました。

水内 亨：京都大学エネルギー理工学研究所、mizuuchi@iae.kyoto-u.ac.jp、インタビュー参加者、ヘリオトロン研究グループ一員。

(写真などの説明)

- 1) 1966 年7 月11~15 日PPL で開催されたトーラス会議(正式名称: International Symposium on Experimental and Theoretical Aspects of Toroidal Confinement)。スフェレータの前でRabinovich(ソ連・モスクワ・一般物理研究所)に説明する吉川先生。(名古屋大学プラズマ研究所・初代所長・伏見康治氏所蔵の写真集から)
- 2) 同上の会議中に講義する吉川先生。(伏見康治氏所蔵の写真集から)
- 3) 同上の会議中。吉川先生のアパートの前で大河先生と。(伏見康治氏所蔵の写真集から)
- 4) 第6 回EPS(プラズマ物理と制御核融合に関するヨーロッパ会議)。1973 年モスクワにて開催。2 列目左から4 人目が吉川先生。(伏見康治氏所蔵の写真集から)
- 5) プラズマ基礎実験or 理論に関する日米Workshop? 1972 or 1974 年?(場所も?)。左端が吉川先生。(伏見康治氏所蔵の写真集から)
- 6) インタビューの様子。
- 7) 2007 年土岐コンファレンス会場の吉川先生。
- 8) 1971 年2 月1~3 日に原研が主催して開催された初の国際会議「国際的トーラス討論会」(英文名称: Panel on Low Beta Toroidal Systems)に関する新聞記事。場所は東京の赤坂プリンスホテル。読売新聞1971 年2 月2 日吉川先生記事から抜粋。(雨宮高久が収集)
- 9) 同上会議に関する毎日新聞1971 年2 月5 日(金)4 面の大河一吉川対談の記事。(雨宮高久が収集)



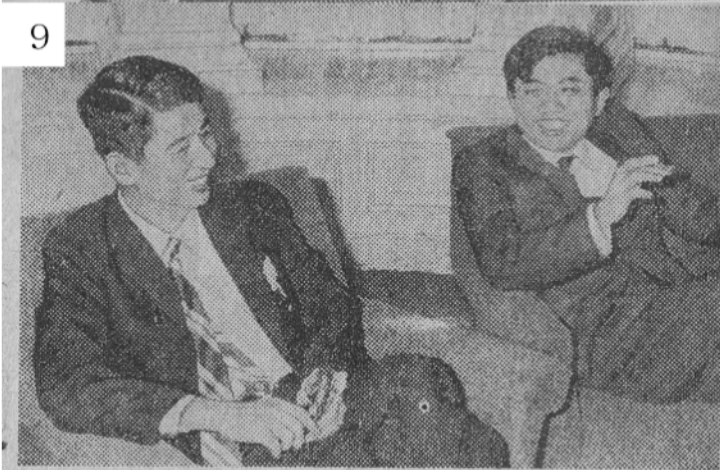
8

「これからは日本の方がいいかも知れませんね」と語る吉川さん



8. Shoichi appeared in Yomiuri Shinbun, 1971

9



9. Shoichi with Tihoro Ohkawa in Mainichi Shinbun, 1971

「米、ソだけが先陣争いの舞台でない」と日本の今後に期待をもつ大河（左）吉川両氏——赤坂プリンスホテルで

「西澤潤一氏人類の将来と核融合」（西澤潤一氏著第67巻第2号掲載）に対するコメント、吉川庄一、（プリンストン大学）。（1992年3月26日受理）

西澤潤一先生の1992年2月号の「サロン」『人類の将来と核融合』を拝見致しました。おっしゃる事はもっともですが、一つだけ気になる事がありますので、筆をとらせていただきます。核融合の研究は日本で、殆ど独自に始まったもので、決して、外国の後を追ったものでないと思います。たしかに初期の核融合の研究は欧米で行われましたが、それは軍事機密のもとに行われたものであって我々が知らなくて、先を越されたのは止むを得ないと存じます。しかし1958年に秘密が解除されてからは、日本の核融合の研究は決して他国の後を追ってきたものではないと思います。もちろん1960年代には日本はまだ貧乏でしたから、プリンストンのような大型装置の研究費はまわって来ませんでした。トカマクは西澤先生のおっしゃる通りソ連で発明されたものです。そういう意味では外国人の考えた事かも知れませんが、現在のトカマクの研究は御承知の通り主にEC、アメリカ、日本で行われています。原研で、日本で最初のトカマクJFT-2を作ったのはそんなに他国（ソ連を除いて）に遅れを取っていないと思います。更に現在いわゆる三大トカマクというのが世界にあっていずれも科学的実証性を狙っていますが、その政治的決定（即ち政府が資金を出すということ）は恐らく日本が最初だったと思います。私も当時日本の大学に奉職していてそのプロセスに入っていましたから確かです。その当時、アメリカに行ってアメリカ政府の核融合担当者と話をした時、アメリカの予算措置が充分でないことを指摘したことも覚えています。もちろん日本には環境問題や、エネルギー危機による財政難もあって、日本のJT-60は軽水素の装置でECやアメリカに1980年代には遅れを取りましたが、日本の経済が90年代もしっかりしており、また、国民の支持もあるとすれば、外国人の後を追っているという非難には当たらない研究がこれからできるでしょう。私の見た所では、基礎研究で、本当に外国と互角にやっている数少ない日本の研究の中に核融合（慣性核融合などでは世界をリードしているのではないのでしょうか。）は入っていると思います。

唯一言批判めいたことを言わせていただければもっと日本では現場の科学者・技術者を大切にしていれば良いと思います。私には研究管理者の立場にたっている人を、日本では大切にし過ぎるように思えます。

なお常温核融合は本当に役に立つかどうか判らないと思います。もちろん熱の発生はあるのですが、その熱が相転移による純粹の固体物理的な熱であるか、又、融合反応があったとしてもそれは極めて特殊な状態（例えば高電圧をかけるとかいう）で起こるものではないかと存じます。いずれにしても、早急に常温核融合がうまく行くとはい現在の段階では言えないでしょう。

「吉川氏のコメント」に対するコメント、西澤 潤一、東北大学（1992年6月9日受理）

日本には、いろいろな分野で彦坂忠義先生のフェルミより早い原子炉の着想や宇尾光治先生のヘリオトロンの着想や研究など、オリジナルな業績があっても、仲々評価されません。評価されていても名前を変えられて見別のものと思われるようになっていたりします。もっと日本人の独創を支え伸ばしてゆくようにする必要があるのではないかと平素から考えていました。

常温核融合を私は支持した記憶はないのですが、私のような素人には判断すべき材料が未だないので、何とも申し上げ兼ねると思っておりますし、そのように発言して参りました。

兎に角、何とか早く核融合を成功させて頂かなければ人類にエネルギー危機が炭酸ガスによる滅亡が訪れると思います。

*Dr. Shoichi Yoshikawa' s research*

*At PPPL*



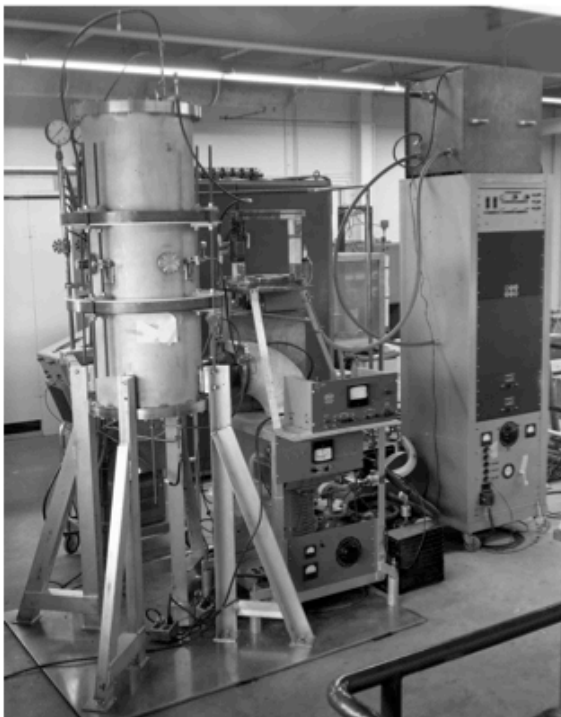
## MINIPOLE

Disturbing news was reported by Voorhies and Ohkawa at the Boston meeting of the Division of Plasma Physics in November, 1966. They stated that the General Atomic Group had seen fluctuations in a low-density plasma confined by a toroidal quadrupole field while the same plasma confined by a toroidal octupole field of comparable size was quiescent.

Shoichi Yoshikawa asked the PPL Engineering and Development Division if they could reproduce the quadrupole form of the Voorhies-Ohkawa device on short notice, and less than four weeks later (December 5, 1966) the coordinating engineer, John Murray, turned the finished Minipole over to the Experimental Division. The quadrupole windings consisted of rings of 10 inch major diameter and 1.44-inch minor diameter. They were supported by stainless steel rods and could be positioned with 3 to 22-inch separation. The vacuum vessel was a cylinder 49.5 inches high and 18 inches in diameter. Ionization was accomplished by applying an rf signal between two 3-inch-diameter plates located 28 inches apart. Two external dc field coils were also provided.

The experiments were performed in the afterglow of an rf discharge at an electron temperature of 0.5 eV and at densities ranging from  $10^8$  to  $>10^{10} \text{ cm}^{-3}$ . The principal finding was that no oscillations were present when the density was high ( $n \geq 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ). At lower densities oscillations and rapid plasma loss were apparent. This observation was confirmed in a parallel experiment by Voorhies and Ohkawa.

## Minipole





## LM-1

The search for an escape from Bohm confinement came to focus in the mid-60s on two magnetic configurations – shear and average-minimum-B. The former had been the subject of much theoretical analysis, but its value had not been convincingly demonstrated in the laboratory. The latter had been used successfully at Wisconsin and at General Atomic to suppress fluctuations of a low-density plasma ( $10^9 \text{ cm}^{-3}$ ). In these circumstances Shoichi Yoshikawa proposed the Princeton Linear Multipole (LM-1), a research device capable of operating with minimum average B and optimal shear fields over a wide range of densities.

Charles Bushnell of the Engineering and Development Division coordinated fabrication during 1966 and brought the device to completion late in November. The "Q lines," two conducting bundles 20 cm apart carrying up to 60,000 amperes pulsed, produced a quadrupole field. They extended throughout the length of the 188-inch vacuum chamber. An additional coil system, to be installed as required, provided an axial field of 500 gauss. A coil of 15 widely spaced turns located within the vacuum vessel could be used for rf breakdown or for ohmic heating. Microwave heating was also provided.

Meade and Yoshikawa quickly confirmed during the first few weeks of operation that the average-minimum-B geometry effectively suppressed oscillations of plasmas far more dense than those typical of the Wisconsin and General Atomic devices (up to  $10^{12} \text{ cm}^{-3}$ ). In the afterglow of an rf-heated plasma, fluctuations were found to be small ( $\delta n/n \leq 0.005$ ) in the stable region and large ( $\delta n/n \sim 1$ ) in the unstable region. The mechanism of plasma loss from the stable region could not be identified immediately.

A detailed study of fluctuations in the LM-1 was undertaken at this time by Rusbridge and Meservey. Their measurements of rms amplitude and of correlation functions shed much light on the nature of the oscillations. Outside the stable regions they found strong flutes; inside, fluctuations at a very low level and at least partially driven by the external fluctuations. During the heating pulse, fluctuations invaded the MHD-stable region reaching as far as halfway to the separatrix. Further studies of oscillations inside the average-minimum-B region by Meade and Yoshikawa identified two modes, a ballooning type and a flute type.

## SPHERATOR

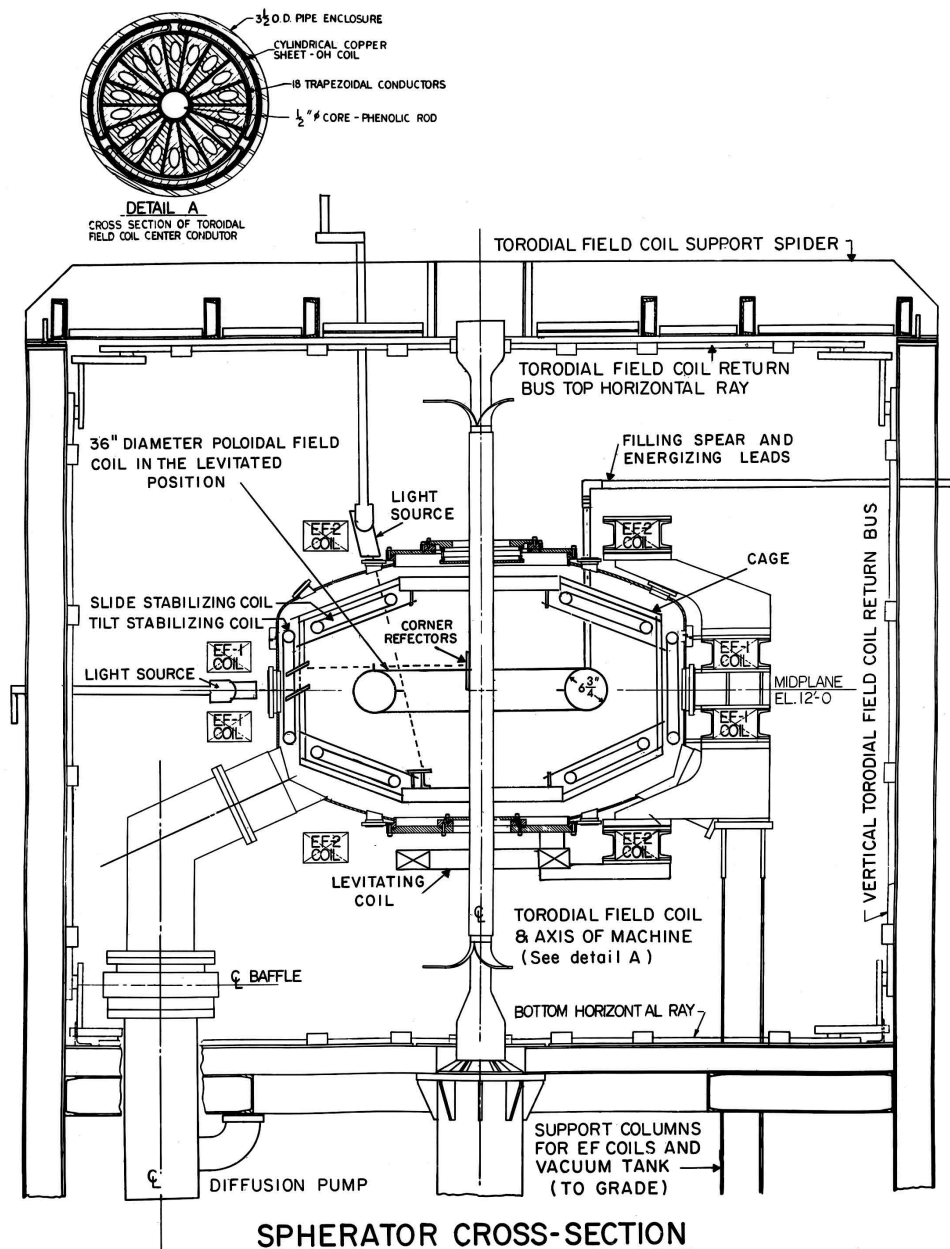
The SP-1 device, a spherator with supported ring was invented by Shoichi Yoshikawa for the purpose of studying average minimum-B and shear stabilization effects in toroidal geometry. It was turned over to the Experimental Division by Henry Chandler, engineering coordinator of the fabrication, in the summer of 1968. As shown in the illustration, the spherator employed three sets of coils – toroidal, poloidal, and external field-shaping – to produce a minimum-average-B confining field with variable shear. The region of confinement was a torus with the poloidal field coil as a hard core.

The first poloidal field coil was of hollow copper construction, water-cooled, and with 12 turns of wedge-shaped conductor. When excessive plasma loss to the coil lead stem was observed, a second coil with 1620 turns of #15 AWG enameled wire was substituted. This coil was suspended by three wires of 0.35 inch diameter. The device was then known as SP-2. In 1969 a supported superconducting coil wound of  $\text{Nb}_3\text{Sn}$  was installed replacing the copper wire coil of SP-2. The device then became SP-3.

The experimental program of the first two years, led by Shoichi Yoshikawa, concentrated on fluctuations and confinement.

### Waves

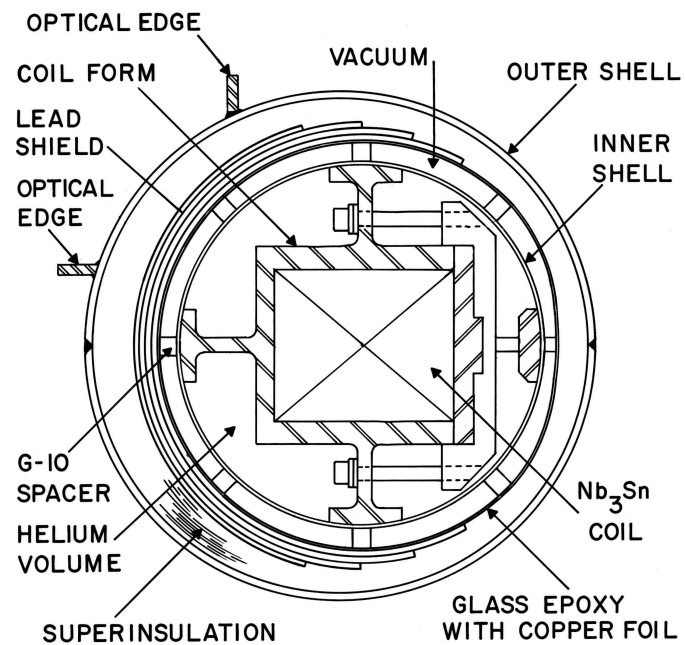
Fluctuation experiments were performed by H. Pacher, von Goeler, and Yoshikawa in hydrogen and argon at a density of  $10^{11} \text{ cm}^{-3}$  and electron temperatures of 1 eV. In hydrogen when little or no shear was present (small or zero current in the central conductor), oscillations were observed, but only in the outside radial region and with a peak at the position of maximum density gradient. These oscillations were tentatively identified as of a ballooning-type mode. When the toroidal field current was increased and the shear reached a maximum (toroidal and poloidal fields being of the same order) the oscillation amplitude was sharply reduced leaving the plasma almost completely stable. At still higher toroidal fields the shear was again low and oscillations were observed both in the region of favorable curvature and in the region of unfavorable curvature. A flute-like mode was inferred.

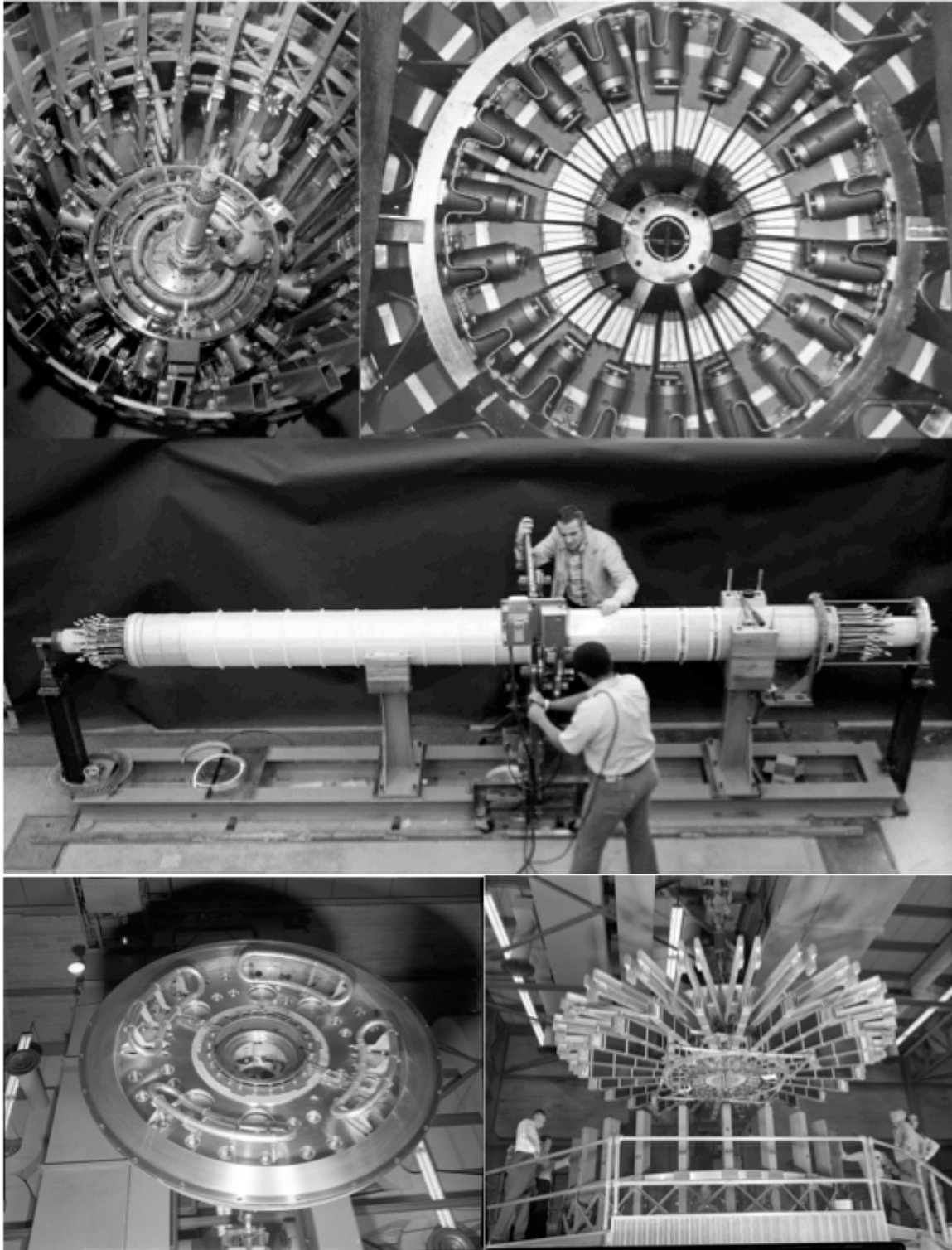




### LEVITATED SPHERATOR (LSP)

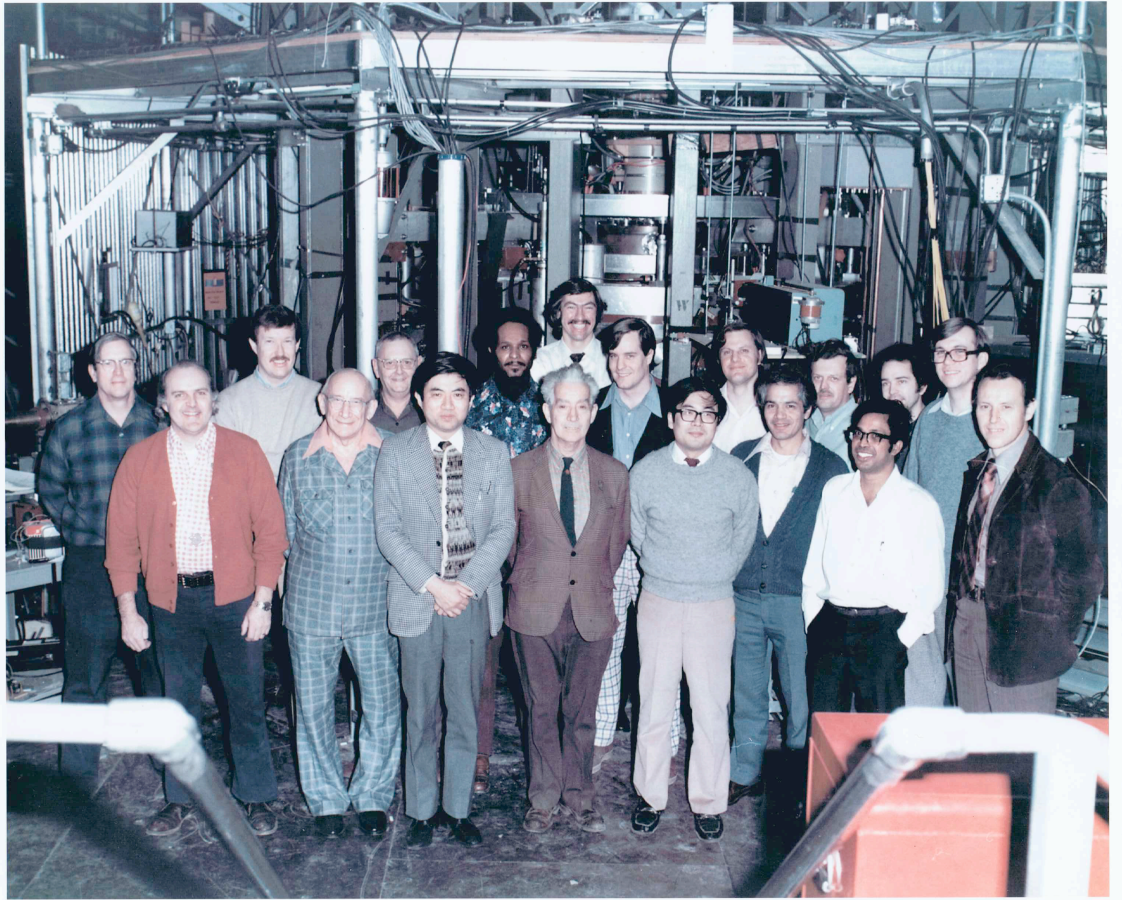
Late in the 1960s Shoichi Yoshikawa undertook a series of experiments to explore and compare the effects on confinement of shear and minimum B. As part of this program, an internal-ring device, the Spherator was designed, fabricated, and operated, 1968-1969. A principal conclusion of the Spherator experiments was that mechanical supports for the internal ring were causing serious plasma losses and were probably obstructing access to a very interesting regime of plasma confinement. This effect had, in fact, been anticipated, and at the end of the decade, work on a levitated, superconducting ring was nearing completion.





*FM-1 Engineering and Construction*

*Member of the FM-1 Team, PPPL*





*Condolence Letters from*  
*Colleagues and Friends*  
*of*  
*Shoichi Yoshikawa*

**From Prof. Ejiri who was the undergraduate classmate of Shoich at University of Tokyo**

Dear Professor S. Yoshikawa's family and his colleagues,

We are very much shocked by the sad news of Professor S. Yoshikawa. On behalf of the classmates of the physics course of the University of Tokyo, we would like to express our sincere condolence to you all for the sudden loss of the great physicist, Prof. Yoshikawa. Professor Yoshikawa was the brightest physicist with the nice personality in our class, and we are much impressed by his distinguished works in plasma physics. Recently, I and our family enjoyed pleasant conversations and discussions with Prof. Yoshikawa for a few days in Princeton, and I had a hot debate with him on neutrino physics last January. My son, A. Ejiri (Plasma Physics, Associate Prof. Univ. Tokyo) has also learned lots from Prof. Yoshikawa. We are very grateful to Prof. Yoshikawa for his wonderful activities, and we all miss Prof S. Yoshikawa forever.

Nov. 11, 2010

H. Ejiri,

Prof. Emeritus of Osaka University, Nuclear Particle Physics.

December 2010

We were deeply saddened by the news of the passing of Dr. Yoshikawa last month.

He will be greatly missed by all of us who knew him, both personally and for his tireless efforts in the field of fusion energy which have made him a respected and eminently regarded scientist. While it is inevitable that we mourn his loss, we can be comforted that his work will live on and his name forever remembered in the world of fusion energy.

On behalf of everyone at ITER, we offer our heartfelt sympathy and condolences to the family of Dr. Shoichi Yoshikawa for their great loss, and ours.

china

eu

india

japan

korea

russia

usa

Our farewell tribute will be to honour his legacy and continue striving to achieve our ultimate goal to provide the energy of the future.

Osamu Motojima

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Osamu Motojima".

8th Dec. 2010

From Dr. Masaji Yoshika who is the former Boar of  
Director of Japanese Atomic Energy Research Institute

November 15, 2010

Dear Professor Yoshikawa's family,

It is with deep sadness and a sense of great gratitude to him to learn that Professor Yoshikawa passed away.

Professor Yoshikawa's leadership in the worldwide fusion research is well-known and highly appreciated. In Japan, he truly played a key role in promoting and establishing the Second Phase Nuclear Fusion Research and Development Program 1975-1992. He further advised us in the implementation of the Program, especially in the conceptual development and design of a large fusion clearer in Japan, JT-60.

I wish to express my most sincere condolence to his family which encouraged and supported him and, as a result, the entire worldwide fusion program.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Yoshikawa', written in a cursive style.

Masaji Yoshikawa

**From Director General Hiromasa Ninomiya, JAEA, Japan**

Dear family of the late Dr. Shoichi Yoshikawa,

On behalf of Naka Fusion Institute and Fusion Research and Development Directorate of Japan Atomic Energy Agency, I would express my deepest sorrow and convey our condolence to the family of Dr. Yoshikawa. On every occasion the researchers of JAEA visited PPPL, they always pursued to have discussion with him for his profound scientific view which revealed useful guidance to our research activities. I, myself, will never forget the nice time I had at his home and the kindness that he showed to me, when I visited PPPL. He was a great and scientifically outstanding man whose loss will be mourned broadly around the world. I assure myself that all the people who had professional contacts with him will be deeply moved by his passing-away, and will always keep memories of affection for and deepest respect of him.

Sincerely Yours ,

Hiromasa NINOMIYA

Director General of Fusion Research and Development Directorate  
Director General of Naka Fusion Institute J  
Japan Atomic Energy Agency 801-1 Mukoyama, Naka-shi Ibaraki-ken,  
311-0193 Japan  
Tel: +81-29-270-7200  
Fax: +81-29-270-7219  
e-mail: [ninomiya.hiromasa@jaea.go.jp](mailto:ninomiya.hiromasa@jaea.go.jp)



**From Prof. Komori, the director general of NIFS representing the staff of the National Institute for Fusion Science, Japan.**

Dearly bereaved family of Prof. Shoichi Yoshikawa,

On behalf of the staff of the National Institute for Fusion Science I would like to offer our sincerest condolences on the recent loss of your beloved father, Prof. Shoichi Yoshikawa. Over his long and distinguished career Prof. Yoshikawa played a major role in the advancement of plasma physics and fusion science. He was among a handful of fusion pioneers that worked on the C-stellarator at Princeton Plasma Physics Laboratory in the 1960s. In the 70s with the advent of the tokamak his ideas were incorporated into the design of the Princeton Large Torus, a record breaking plasma confinement device. Also during that period he returned to Japan and was instrumental in convincing the Japanese government to build the JT-60 tokamak. He outlined the basic design requirements for a device that would greatly advance the science of fusion energy and make Japan a major global player in fusion energy research. Also at the National Institute for Fusion Science, Prof. Yoshikawa played an important advisory role. As recently as 2007 Prof. Yoshikawa gave an address at the International Toki Conference giving his first hand perspective on 50 years of stellarator research. Without his strong leadership and untiring promotion, the construction and operation of large experiments such as JT-60 and LHD would not have been possible in Japan. For his many scientific achievements and his constant support of fusion research, plasma physicists throughout the world, and especially those of us in Japan, owe him an enormous debt of gratitude. Therefore, we join you in your profound loss and grieve with you the departure of your dear father, one of the pioneers and giants of plasma physics and fusion energy research.

Sincerely yours,

Akio Komori  
komori@LHD.nifs.ac.jp  
Director General  
National Institute for Fusion Science

## **From Prof. Nishikawa who is considered a pioneer of Japanese fusion plasma theory and computation**

吉川庄一先生のご逝去を悼み、謹んでお悔やみ申し上げます。

1970年代、先生が東大理学部に勤務しておられた時、当時まだ未熟な基礎研究の段階にあった日本の若いプラズマ理論研究者の研究を、核融合研究への寄与という立場から評価・位置づけ、核融合を明確な目標とする研究に導くために、核融合理論研究集会を提案されました。1972年以来4年間続いた核融合理論研究集会は、いつも吉川先生の明快なまとめで締めくくられ、参加した多くの若手研究者が、その後世界の核融合研究の舞台で指導的研究者として活躍しました。さらに、その実績の上に、広島大学核融合理論研究センターが創設され、その後、土岐市の核融合科学研究所の理論シミュレーション研究センターへと引き継がれ、現在のシミュレーション研究部に発展しました。吉川先生は、伊藤公孝、早苗夫妻をはじめ、多くの優れた研究者を育て、今日の日本における核融合理論研究の礎を築かれました。

ここに、在りし日の先生のお姿をしのびつつ、謹んでご冥福をお祈りいたします。

西川恭治

広島大学名誉教授

〒739-0023

東広島市西条町下三永354-30

TEL082-426-0208

[nisikawa@hiroshima-u.ac.jp](mailto:nisikawa@hiroshima-u.ac.jp)

From Prof. Bruno Coppi, a world renowned fusion physicist who has also been a long time colleague and friend of Shoichi

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY *CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS 02139*

To the Family of Professor Shoichi Yoshikawa

Dear Friends:

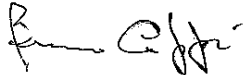
I regret that because of an impending trip to Europe which could not be rescheduled, I shall not be able to come to Princeton on Saturday and participate in the commemoration of Shoichi.

Shoichi was a dear friend whom I admired for his deep intelligence, the breadth of his knowledge and his courage. I am fond of remembering the impassioned sessions that we had in Princeton, during the late sixties, in order to identify the directions that the Plasma Physics Laboratory should have taken, the understanding that we both had of the achievements of our Russian colleagues when these were still unpopular, his appreciation for the importance of the ballooning class of plasma modes that we had found and the physical interpretation that he had added to the relevant theory (we have a joint Physical Review Letter on this), etc.

We both independently conceived what is now called the air core transformer system of which I shared the patent with B. Montgomery and that by now is included in all advanced devices for the confinement of axisymmetric plasmas.

Shoichi was constantly ahead of his times. The news of his passing has deeply shaken me at first but then I have realized that the legacy of Shoichi's accomplishments remains with us and continues to inspire us.

With sincere affection,



Bruno Coppi

3 Dec. 2010

**From Prof. Ito Satoshi who is the professor emiretus of Kyushu University who is considered as the pioneer of tokamak research in Japan.**

吉川さんとは J F T-2 スタート前に原研のモックアップ棟にあった 研究室で一週間程議論して方向性を決めたものでした。その後も 九大に移るまで何回か議論したことがあります。 またプリンストンに行く時は大抵ニューヨークの空港までに迎えに来て 頂きました。

九州大学名誉教授 伊藤智之  
[fusion-itoh@cronos.ocn.ne.jp](mailto:fusion-itoh@cronos.ocn.ne.jp)

**From Dr. Ohkawa who was a mentor of Prof. Yoshikawa at Tokyo University. Dr. Ohkawa was the head of the fusion division at General Atomic Corporation, San Diego, California.**

I have known Shoichi for more than 50 years. I have known Shoichi from the time when he was a student at University of Tokyo. He was the smartest student I have known. There are so many memories coming back into my mind. Those are years of early fusion research and exciting times. We met quite often as friend/colleague/competitor. If I have to choose one word to describe him, it would be brilliant. I stop here before I become teary.

T. Ohkawa



Ohkawa with Shoichi  
in front of his apartment



Ohkawa with Shoichi in the  
Mainichi Shinbun in 1971

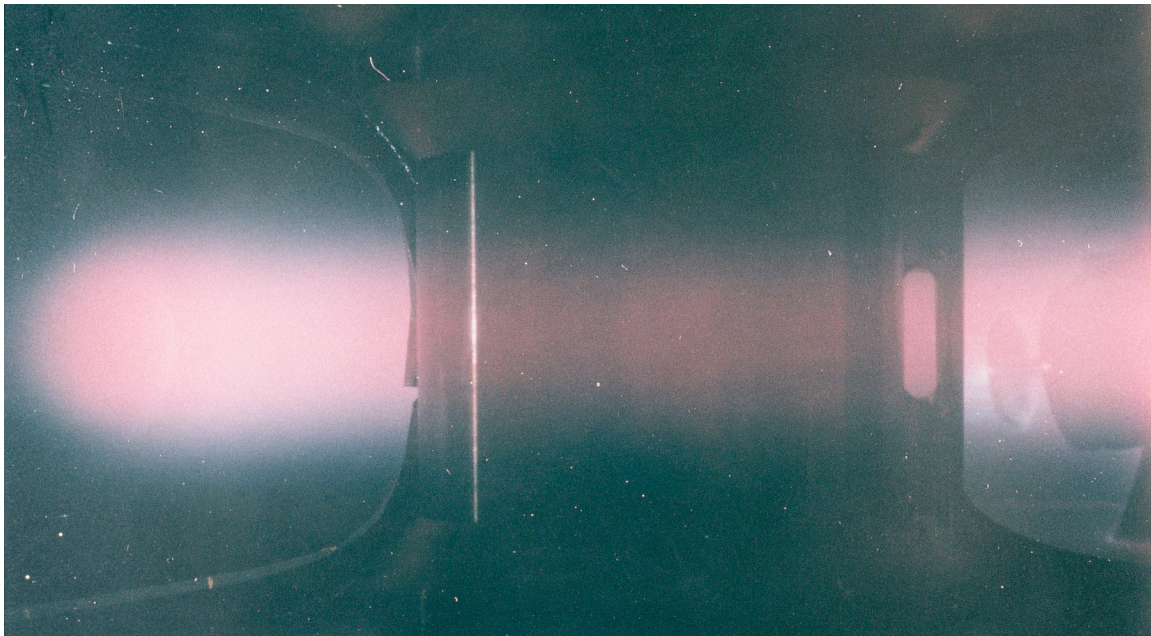
**From Professor Emeritus Mori, Kyoto University**  
**He performed REB Ring experiment at Nagoya University Plasma**  
**Laboratory based on Astron-Spherator concept Shoichi invented.**

吉川庄一 先生への追悼文

私は40年以上前から先生からいろいろ研究上の示唆を頂いてまいりました。先生と交わした懐かしいいろいろの議論が思い出されます。

先生は相対論的大電子ビームリング（REB Ring）によるプラズマの閉じ込める可能性を考えられて“Astron-Spherator”と名付けられました。私たちは名古屋大学プラズマ研究所で実験的にそれが可能であることを示しました。先生も伏見先生も同席された会合で結果を報告して拍手を頂いたことがついこの間のような気がします。先生の霊前にこのREB Ring（2 MeV, 60 kA）の写真を捧げ、衷心よりご冥福を祈り上げます。

京都大学・名古屋大学 名誉教授、毛利明博  
akimohri@crux.ocn.ne.jp

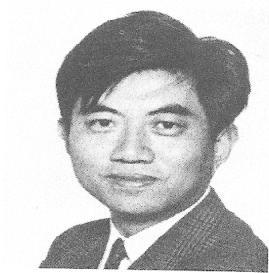




From Prof. Katsurai, Emeritus, University of Tokyo

## エネルギー極限工学（東京電力）寄付講座 報告書

TEPCO Chair for Frontier Technology for the  
Future Electric Energy System



客員教授

吉川 庄一

SHOICHI YOSHIKAWA

マサチューセッツ工科大学

博士課程修了

〔前職〕プリンストン大学教授

〔専門分野〕核融合工学・

プラズマ物理

〔主な著書・論文〕

①Design of a Helical-Axis Stellarator, Nucl. Fusion 23, 667-669 (1983).

②Propagation of drift waves in toroidal plasmas, Phs. Fluids <B3>, 523 (1991).

吉川 庄一 教授 （平成3年11月1日～平成4年1月31日）

米国、プリンストン大学

核融合工学、プラズマ物理

## **From Prof. Toyama who was the assistant professor (he was the “right hand man”) under Prof. Yoshikawa at the University of Tokyo.**

1963年の頃だったと思うが、朝日新聞に江藤淳の投稿記事が掲載された。江藤淳はプリンストン大学に滞在中、送られてきたPPPLの業績リストを見て、吉川庄一さんが大活躍していることを知った。しかし、母校東大は、助手にするから、とにかく帰って来いと。江藤淳は憤慨して投稿したのだった。

この記事で初めて庄一さんを知った。

1970年頃、飯吉厚夫さんの企画で、庄一さんが学生を対象として、核融合についての集中講義を行った。私は名古屋大学プラズマ研究所の助手をしていたが、受講するために勇んで東京に出かけた。庄一さんの講義を聞いたのはこれが初めてだったが、明快で深い感銘を受けた。この講義録を基にして「核融合入門：高温プラズマの閉じ込め」が共立出版から出版された。コンパクトな本だが、要領よく書かれ、分かりやすく、何度も読み返した。

1973年に東大理学部教授になった。私は助手に採用された。物理学教室の大ボス、久保亮五先生は庄一さんの能力を高く評価し、可愛がった。3年後、庄一さんがプリンストンに帰りたと言ったとき、引き留めようと、懸命に説得した。しかしこの説得を振り切って、庄一さんはプリンストンに帰ってしまった。

それまで雲の上の存在だった庄一さんと身近に接することが出来、短い期間ではあったが、私には貴重な3年間だった。庄一さんの物理の話は、ざっくりばらん、論旨が明快で、本質を捉えていたから、難しいことも容易に理解出来た。こういう能力及び明るい人柄が若い人を引き付けたのだろう。大学院生5人が、研究室に入ってきた。1研究室当たり、通常、修士2人なので、修士選考会議で庄一さんは大演説をして5人受け入れを認めてもらった。その中に、伊藤公孝、伊藤早苗、牧島一夫がいた。みな、現在、第一線で大活躍している。

この頃、庄一さんが一番力を注いだのは原研の大型トカマクJT-60の建設であった。東大の仕事は私に任せ、JT-60計画が成就するように、政、財界を走り回っていた。現在の原研核融合があるのは庄一さんの尽力による。日本の核融合研究の発展は庄一さんなしではあり得なかった。核融合分野で誰もノーベル賞を貰っていないが、日本人で貰うとしたら、吉川庄一さんと大河千弘さん以外はいなかった。

任された東大の仕事は、折からの第一次オイルショックの波を被り、難破しかかっていた。非円形断面トカマク製作を依頼した日立に投げ出され、大日立の器量もこんなものかと思い知った。庄一さんは科研費を返すと文部省に申し入れたが、文部省は一旦交付したのだからと拒否した。日立に断われ、来年3月までに製作することは不可能だった。仕方なく、即納出来る、オシロスコープなどの計測器を買った。現在問題視されている科研費の不正使用で、会計検査院に指摘されれば、釈明出来ない状態だった。幸い会計検査院からは不問に付された。皮肉なもので、このとき購入した計測器が後の実験で大いに役立った。会計検査院はそこまで見通して、不問に付したのかも知れない。

翌年、グループリーダーだった東北大の長尾先生に、イオン・イオンハイブリッド共鳴加熱の実験に計画を変更したいと申し入れたが、これも駄目と言われ、やむなく、町工場に行き、苦勞して、非円形断面トカマクTNTを作り上げた。この苦しい経験が、後に私の大きな財産となった。塞翁が馬であった。

1981～1983、私はPPPLに滞在した。その折、庄一さんの家に何回も招かれ、楽しい時を過ごした。懐かしく思い出される。日比谷高校の3年後輩だったこともあり、弟のように可愛がってもらった。

ご冥福を祈る。

遠山潤志 1973～1976年、東大物理学教室で吉川庄一教授の助手を務めた。  
toyamahi@gmail.com



Graduate School of Frontier Sciences

Kiban Bldg. 412  
Kashiwanoha 5-1-5  
Kashiwa 277-8561 Japan

Yuichi Takase  
Professor

e-mail: takase@k.u-tokyo.ac.jp  
tel/fax: +81-4-7136-3925

---

November 21, 2010

**Letter of Sympathy for Dr. Shoichi Yoshikawa**

This Letter is to express my deepest regret and sadness about hearing that Dr. Shoichi Yoshikawa has passed away. Dr. Yoshikawa is admired as one of the greatest and most influential pioneers of fusion plasma physics. He founded a plasma physics laboratory at the Department of Physics, the University of Tokyo in the 1970's. I am a direct successor of this laboratory which has been continuing for several generations, and am presently supervising over 10 graduate students. He was instrumental in initiating the JT-60 Project in Japan, which has been greatly successful. JT-60 has completed its mission and is currently being rebuilt as a superconducting tokamak to open up a way towards an economically competitive fusion reactor. He was the one who advised me to pursue graduate studies in fusion at MIT (which was his alma mater) after graduating from the University of Tokyo. His advice has shaped my career in fusion science. I spent a total of 19 years at MIT, as a graduate student and as a research scientist, before returning to Japan as Professor at the University of Tokyo. His departure is a great loss not only to fusion research but also to science in general. My deepest sympathy is with his family and friends.

With Deepest Sympathy,

Yuichi Takase  
Professor  
The University of Tokyo

**Note: Prof. Takase now runs the tokamak laboratory which Shoichi started at University of Tokyo in 1973.**

**From Dr. M. Kikuchi of JAEA,**

Dear Ono-san, Dear Okabayashi-san, Dear Rob, Dear Rich, Dear Stewart  
I heard from Nagayama(NIFS) E-mail that Ono-san informed Prof. S.  
Yoshikawa passed away.

It is a big loss for Japanese Fusion community.  
Everybody knows he made a significant role in getting JT-60 project started.  
When I started fusion, I learned a lot from his introductory books on fusion  
and also from his lecture at the University of Tokyo.  
When I was in PPPL in 1984 for 6 months, he was in the Lab and I had a  
good chance to have conversation with him.  
Please forward my sincere condolence to his family.

Sincerely,  
M. Kikuchi

Dr. M. Kikuchi  
Supreme Researcher  
Fusion research and development directorate  
Japan Atomic Energy Agency  
311-0193, Muko-yama 801-1, Naka-city, Ibaraki, Japan  
Guest Professor, Osaka University  
Visiting Professor, Kyushu University  
Chairman of IAEA's Nuclear Fusion Board of Editor, Fellow, Institute of  
Physics  
Tel: 81-29-270-7294 / Mobile 81-90-2564-0837  
Fax: 81-29-270-7462  
e-mail: [kikuchi.mitsuru@jaea.go.jp](mailto:kikuchi.mitsuru@jaea.go.jp)

**From Prof. Kitsunezaki formerly of JAERI. He co-authored with Shoichi a book, A new version of “Challenge to Fusion” in 2003, 2008.**

To the family members of Prof. Shoichi Yoshikawa,

It was very sad to hear that Yoshikawa sensei has passed away. By his warm kindness, I became a coauthor of a popular science book titled 'Challenge to Fusion : A new version' published in 2003 and re-published in 2008. The book is one of a big series of 'Blue backs' which is the most popular science books started in 1963 by Kodansha publisher, having more than 2000 books. When it was decided to be a co-authored book with Yoshikawa sensei and the book had actually been published, I thought it was a great reward from the heaven and it was really good to had spent my life on fusion research. The book has actually played a great role as the best reference book on fusion, particularly because the book was published when the direction of Japan on ITER, a international project of the next step fusion device, had been made among wide range of researchers in Japan. This is true about the first Blue Backs book on fusion by Yoshikawa sensei published in 1974, too. Probably several copies of these books will be found somewhere in his room, I guess.

Yoshikawa-sensei was a so great star in the fusion area that I had been hesitating to approach when I was young. When I started to stay in US (San Diego) in 1979, he had kindly introduced me to most of the US fusion researchers at many chances such as the APS DPP meetings. I remember at banquets of most of DPP meetings from 1974 to 1979, I was sitting next to Shoichi sensei. In 2002, one year before the publication of the second Blue backs, Shoichi sensei visited our institute (JAERI Naka) and I was the host to him. He gave a thoughtful and interesting lecture to JAERI fusion people.

Yoshikawa sensei had been the main bridge between PPPL and JAERI. As one of such examples, he had been one of the members of a committee discussing the start of the JT-60 project around 1973, and I heard he was deeply involved in the decision of the target and the main parameters of JT-60. Probably someone else will tell more precisely about his contribution to Japanese fusion researches.

I wish to express my deepest thanks from my heart to Yoshikawa Shoichi sensei.

With my profound sympathy and condolence.

Akio Kitsunezaki (former member of JAERI fusion)

[akzorro1988@song.ocn.ne.jp](mailto:akzorro1988@song.ocn.ne.jp)



From Dr. Matsuda of JAEA

吉川庄一先生追悼

日本の核融合研究を国際的なレベルに引き上げるJT-60計画に大きくご尽力いただいた吉川庄一先生がお亡くなりになられたことを知り、心にぽっかりと穴が空いた呆然とした気持ちになりました。遅れて立ち上がってきた日本の核融合計画の中で臨界プラズマ試験装置JT-60を建設した意義は特別なものがあります。この計画により、日本が世界に比肩できる成果を生むことができ、ITERにおいても主要な役割を担うようになったのだと思います。JT-60計画を構想する段階から吉川先生は大きな構想力と熱意で政財界、学会の影響力のある方々を説得して回られ、今から振り返ると良くこんなことが出来たと驚嘆するほど有力者の支援を集められ、計画実現の基盤を作っていただいたと伺っております。私自身は直接身近には吉川先生のご指導を受ける機会には恵まれませんでした。この計画を作っていく折々に、若輩の我々にも垣根無く議論をふっかけて来られ、その明るさ、快活さ、頭の良さ、情熱といったものに強く惹かれていました。核融合のリーダーにふさわしい、構想の大胆さと、論理や進め方の明晰さなど、一言で言えば世界的な科学者のカッコ良さを持っておられました。でもいつも我々の目線まで降りてきて、議論やお話をされました。多くの優秀な若者が先生の元に集まったのは当然だと思います。自らの研究のためよりは日本の核融合研究のため、粉骨砕身その基盤の構築に精力的にご尽力いただいた吉川先生。われわれ後進はその恩恵を受けて今日があります。吉川庄一先生のご逝去に対し、後進の一人として謹んでご冥福をお祈り致します。

日本原子力研究開発機構  
客員研究員  
松田慎三郎

メールアドレス : matsuda.shinzaburo@jaea.go.jp

From Professor Sanuki retired from NIFS, Japan in 2007.

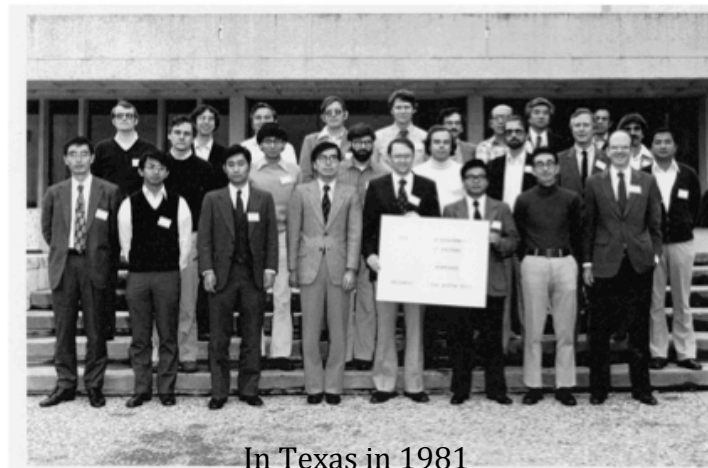
以前NIFSにいた佐貫です。3年近く前に定年でNIFSを去り、現在は中国科学院等離子体物理研究所の客員教授として安徽省合肥の研究所を訪問したりしています。悲報の知らせも中国でお聞きしました。以前名古屋IPP時代にAlternatives projectsの一環としてNBT, EBT計画に参加していた関係で、吉川先生にはいろいろな意味で教えを受けました。1976年ごろから1984年ごろの話です。手元に、思い出の写真として、ORNLで1978年頃実施の日米ワークショップでランチをともにしたときの、H.Waitzner, D.Baldwin, Ig.アレキセエフ、吉川先生、手前に小生がいます。2番目は1981年に第1回の日米IFS会議がテキサスで開催され、先生も参加されました。地元の新聞で紹介されたものです。最後はJIFTの会議が名古屋で開催されたときの写真で、飯吉先生、H. Grad（小生のアレンジで夕食会）と一緒に挨拶されている吉川先生です。帰国後間もないので取り急ぎ連絡まで。

佐貫平二

In ORNL in 1978



At IIFT Metting in Nagoya



In Texas in 1981

## Other condolence messages from Japanese researchers:

ご連絡ありがとうございます。

吉川庄一先生が理学部に戻られたときオシロを借用に行ったときお借りしますと、挨拶したことしかありませんが、会話ただけで感動した記憶があります。先ほど小川研の院生に大先生が亡くなられたと言っても一人も名前を知りませんでしたさみしいですが時代が過ぎて行っていますね。心からお悔やみ申し上げます。

東大 森川 惇二 (注: 吉田研助手(助教)、以前は技官でした)

[morikawa@ppl.k.u-tokyo.ac.jp](mailto:morikawa@ppl.k.u-tokyo.ac.jp)

=====

吉川先生のご逝去、心からお悔やみ申し上げます。

九州大学宙空環境研究センター長

湯元 清文 (注: スペースプラズマの観測が専門) [yumoto@serc.kyushu-u.ac.jp](mailto:yumoto@serc.kyushu-u.ac.jp)

ご無沙汰しています。吉川先生のお名前はもちろん存じていますが、残念ながらお会いする機会はありませんでした。

私が本郷に進学したときはすでに東大を去られていたと思います。

私は物理学会新潟支部会から選出されて物理学会誌の編集委員を務めています(実際は何も仕事はしていません)。

ときどき、著名な方が亡くなられた際に、追悼記事をどうするかとの相談がメーリングリストを通じて流れています。

プラズマ物理関係の編集委員がいると思います。その方に追悼記事を相談されたいかがでしょうか。

新天地を見つけられ何よりです。これまでに増してご活躍ください。今度の物理学会は新潟です。

こちらでまたお目にかかれるのを楽しみにしています。

家富 洋 (注: 元東大一丸研助手、私より3-4才下、新潟大教授)

From Ukrainian physicists, Vladimir Tolok, Konstantin Stepanov, Oleg Pavlichenko, Evgenii Volkov, Vladimir Voitsenya who knew him personally



With Russian delegation near PPPL, 1973. (?)

Please, pass our condolence to the relatives of Prof. Yoshikawa from Ukrainian physicists, who knew him personally.  
He was a great physicist and a nice person. It is pity that he passed away so early.

Vladimir Tolok, Konstantin Stepanov, Oleg Pavlichenko, Evgenii Volkov, Vladimir Voitsenya

From Prof. Mutoh of NIFS. Prof. Mutoh is the leader of ICRF heating on LHD at NIFS:

吉川先生は、Cステラレーターからご活躍で、ヘリカル系閉じ込め配位にとっても理解のあった先生で、ICRF加熱も論文を書かれており、いろいろと教えて頂きました。

こころよりお悔やみ申し上げます。

武藤敬，核融合研教授)

[mutoh@lhd.nifs.ac.jp](mailto:mutoh@lhd.nifs.ac.jp)

Dr. Sergey Mirnov is a world renowned tokamak physicist in Russia, a student of Academician Artsimovich who is considered the inventor of tokamak.

From: Sergey V. Mirnov <[mirnov@triniti.ru](mailto:mirnov@triniti.ru)>

To: fusionpwrassoc <[fusionpwrassoc@aol.com](mailto:fusionpwrassoc@aol.com)>

Sent: Tue, Nov 30, 2010 5:38 pm

Subject: Re: FPN10-62 Fusiono Program Notes - In Memoriam: Shoichi Yoshikawa

Shoichi was great physicist and good colleague.  
His death is shock. Great condolence to PPPL and his familie.

S.Mirnov

Condolences from the CIEMAT group. The CIEMAT group built and operates TJ-2 helical axis stellarator which configuration is invented by Shoichi.

On behalf of CIEMAT I would like to express our condolences for the loss of Professor Yoshikawa, inventor of the heliac configuration. A significant part of our Fusion research programme is based on his proposals. We hope to be able to further develop the knowledge line that he triggered decades ago.

Please convey our condolences to Prof Yoshikawa's family.

yours sincerely

Joaquin Sanchez

Director

Laboratorio Nacional de Fusion por Confinamiento Magnetico CIEMAT

Av Complutense 22, 28040 Madrid

phone: +34 913466387

fax +34 913466124



**From Jim Rome who is a retired physicist who has worked on  
Stellarator at ORNL**

When I was at Garching for a month, I took a trip to Vienna. I managed to get tickets for the Vienna Opera to see Der Rosenkavalier at the last moment-- row 10, center aisle. Sitting next to me was a Japanese gentlemen, and we started talking. He was a dentist, attending a dental convention in Prague, but he was staying in Vienna because the accommodations were better. But his very close friend from college was Shoichi. It is a very small world. I traveled a lot with Shoichi for the DPPAPS, and will miss him.

Jim Rome -- James A. Rome 116 Claymore Lane , Oak Ridge, TN 37830-7674 (865) 482-5643  
<http://jamesrome.net/>

## Shoichi Yoshikawa

I first met Shoichi Yoshikawa on the day after Labor Day in 1963, my third full day in the United States. The two new experimental post-docs starting that day, Jim Sinnis and I, met with Tom Stix, the Head of the Experimental Division and Tom assigned me to work on the C-Stellarator. Don Grove immediately gave me a tour of the machine area, including his own special safety instructions, because there was a brief break in the experimental program which Shoichi was leading that day. Don then introduced me to Shoichi and told me he wanted me to work with Shoichi, and Rolf Sinclair and Wynn Harries who completed the experimental team.

Shoichi explained what they were doing. I doubt if I understood more than 10% of what he said, partially because he spoke so fast but more because his discussion of the concepts was so alien to me. Nevertheless, he set me to work immediately in the control room and clearly expected me to work through till midnight, the end of the Tuesday shift. I quickly learnt that I had more patience than he had because he always tried to put new Polaroid film into the cameras much too fast with the resulting oozing of the processing mixture over everything, to the constant dismay of the technicians who competed to beat him to loading the cameras (there were eight photographs to each roll with 5 minutes between shots and Shoichi usually operated two or three cameras). I found out after a little while that he also did not have much patience for finding ground loops in cables, which became one of my jobs. Shoichi took me back to the Peacock Inn after midnight and picked me up again early on Wednesday morning in time for the weekly meeting of the C-Stellarator Operating Board where the results of the last week's experiments were reported to Lyman Spitzer, Mel Gottlieb and Tom Stix. Shoichi stunned me by presenting a detailed report and interpretation of a run which had finished less than 11 hours before.

Shoichi insisted that I should go to the Plasma Physics meeting in San Diego that November but wanted me to see some of America. So, after the meeting we drove up to Monterey where he gave a talk at the Naval College before we boarded a train in Oakland to go to Chicago. That was quite a trip and I really learnt a lot about plasmas from the meeting and from talking to Shoichi as we went along.

As an aside, we were operating the machine that Friday at the end of November on which John Kennedy was shot around lunchtime. We stopped

everything and just stood clustered around the tinny radio on the operator's desk listening to the events unfolding. Don Grove had joined us and ultimately told us to go home and come back on Monday.

Shoichi was continually looking for more insight and very shortly after my arrival he gave me Kadomtsev's seminal paper on drift wave instabilities and led me into the probe studies of fluctuations and plasma loss which concluded my post-doc period and saw me through my Ph.D. He was my supervisor for the latter. I came out of every conversation with him with some new thought to follow up and cannot think of a more concerned supervisor even though he had moved off to different devices for which he was responsible.

There was another side to him. He and his first wife, Hiroko, were very kind to me socially and then, when I got married to Anne, they made her very welcome. At the time they had small daughters who were always beautifully behaved and somehow just vanished to bed. Of course, they introduced us to chopsticks, Japanese cooking and food which was beautifully prepared and looked immaculate.

Shoichi was a man of very strong convictions and was liable to express them. We are talking of the time of the Vietnam war when both he and I were strongly opposed to what was going on. But somehow one night, over dinner, he was so adamant that he had me in a position of defending the Nixon government.

One final minor incident. At their house in Hartley Road, he grew a very impressive stand of bamboo. Over his warnings, and my wife's, I insisted on taking some shoots to plant in our back yard. I am the only person who has managed to kill bamboo.

I have told you some anecdotes about Shoichi and you have heard others who have talked a little about his very significant contribution to instituting the tokamak program at the Plasma Lab. For me, he was a friend, a brilliant physicist and a very kind mentor.

**From Ken Young, a former colleague of Shoichi**

**From Dr. Masaaki Yamada of PPPL. Dr. Yamada is a leader of basic plasma science at PPPL and a long time colleague and friend of Prof. Yoshikawa. He is presently teaching at the University of Tokyo as a visiting professor and he send his condolences from Japan.**

I am deeply saddened by the news of the sudden passing of Dr. Shoichi Yoshikawa. Shoichi was internationally recognized as one of the pioneers in fusion energy research. His seminal contributions to the field are not only a testimonial to his outstanding intellect but also to the breadth of his many innovative ideas. As he dealt with the occasional recurrences of his illness, he made great efforts to stimulate those around him through text books, his frequent editorial comments, and his debates on a variety of topics. I was impressed by the way that Shoichi devoted all of his considerable talents to addressing and wrestling with the intellectual challenges of the world around us. I really miss him.

**Masaaki Yamada**

**Hanta Ji is a leader of basic plasma science at PPPL. He was a graduate from Toyama Laboratory (formerly Yoshikawa Lab) at the University of Tokyo.**

I really wanted to attend this, but unfortunately I am traveling until Dec 17. I met Yoshikawa-sensei in 1990 in Nagoya when he asked how old I was, and I said 26 and just got my degree. Then he said that he got his degree also at 26 it was a good time. He encouraged me to explore, I remember. Earlier this year when we had PPPL open house, he came to the MRI experiment and asked what I was doing, but unfortunately I could not explain in details because there were too many people and maybe he could come back. But now it will never happen.

Just to share something, and wish his family well.

-Hantao Ji

**From Dr. Manfred Billter who is a world renowned pioneer of x-ray spectroscopy of fusion plasmas.**

I would like to express my condolences to Shoichi Yoshikawa's family. I have always admired his scientific accomplishments and am very grateful for his interest in and support of the x-ray spectroscopy of fusion plasmas in the early 1980's, when this field was still in its infancy.

**Manfred Bitter**

**From Dr. Paul Rutherford who was the Associate Director of Research at PPPL and he is also a pioneer of plasma theory.**

The following is a brief appreciation that could be read at Saturday's memorial for Shoichi.

"I regret that I am not able to attend the memorial for Shoichi, for whom I always had great respect.

Although Shoichi was always classified as an experimentalist, his ability as a theorist was equally impressive. His pioneering work on internal ring confinement devices was motivated primarily by his understanding that these configurations are uniquely able to vary factors, especially local and average magnetic curvature, that govern the microinstabilities believed responsible for cross-field transport. When the success of the T-3 tokamak altered the course of world fusion research, Shoichi quickly recognized the importance of developing an empirical scaling for anomalous cross-field transport in tokamaks, and he himself proposed a cross-field thermal diffusivity that explained the early T-3 results. Recognizing the highly favorable outlook for tokamaks, Shoichi became a leader in proposing larger experiments, first at Princeton and subsequently in Japan.

In addition to his qualities as a physicist, I have always appreciated Shoichi's courteous and gentlemanly demeanor in all of our personal interactions. It is a privilege to have known him."

Paul Rutherford

2010年12月11日

### 弔辞（ちょうじ）

慎んで、吉川 庄一君の御霊に、弔意を表します。

吉川君は、まだまだ、やりたいことが沢山あったのでしょうが、突然、昇天され、この世に未練が沢山残っていることと思います。

然し、これも天命ですから、どうか安らかにお眠り下さい。

吉川君とは15歳の時から親しくしてきた日比谷高校のクラスの仲間達も、貴方の突然の訃報に接し、驚きと悲しみと残念さで、言葉も出ない状態です。

ここでは、君の思い出を思いつくままに、述べてみましょう。

吉川君の第一印象は、頭の大きい、すらっとした、スリムで素敵な少年というものでした。頭が大きいだけあって、勉強は猛烈に出来ましたが、体育の時間などでは、君の運動能力は極端に低く、100Mの競争などでは、常にビリの方でした。然し、そこが又、吉川君の人気を高めたところでもあって、フサフサとした髪の毛と共に、皆から好印象を持たれていました。女の子からも大変人気があり、同級生からも下級生からも、モテモテでした。しかも庄一君は、美人だけを追い駆けるのではなく、幅広い交遊を求めているようでした。





彼の優秀さは飛び抜けていて、常に我々のクラスでトップであるだけでなく、毎年、現役、浪人、併せて 160 人以上も東京大学に入るという、当時としては断トツの日比谷高校にあっても、全校で行われる大学入試模擬試験でも、常に一番という成績を挙げていました。しかも、彼は、いわゆるガリ勉ダイプではなく、いつも余裕があって、悠々としているのが、また、格好がよく、他の優秀な仲間から見ても、吉川とは競争しても、とても叶わないと思わせる何かを、確実に持っていました。そのような大英才でありながら、人なつっこく、凡才の級友達とも、分け隔てなく仲良くしてもらいました。

当時は、本の速読法などというのは、未だ知られていなかったのですが、彼は何故かその頃から、週刊誌なら、20 分で全部読み切ってしまう能力を発揮していました。

また、ギャンブルも好きで、麻雀（マージャン）も大好きでしたし、切手の収集では、玄人（クロウト）はだしの達人で、切手でいくら儲（モウ）けたなどと、よく言っていました。

又、ご家庭も素晴らしく、お父上の吉川春寿様は、東大医学部長をなさった高名な学者で、お母上は、早くに亡くなられ、御継母は、米国で最も権威（ケンイ）のあるジュリアード音楽院を卒業されたピアニストでした。我々も、時々、軽井

沢千が滝にあった別荘に伺い、吉川君が留守の時には、お父上の春寿様とお話して、時間の経つのを忘れたことも、ありました。

彼が、東大の学部を卒業したばかりの時に、たまたま日本で始めて開催された、カナダ・カップ・ゴルフ・トーナメントに、日本の中村寅吉選手が優勝し、その収益金で、読売新聞社々主の正力松太郎（ショウリキ・マツタロウ）賞が設けられ、吉川君が、その賞金を貰って米国留学したのは、当時としては、大変なニュースになりました。詳しい事は、憶えていませんが、彼は、M.I.T、ジョンズ・ホプキンス、で研究した後、プリンストン大学で研究に没頭したようですが、その間、35歳で東大教授で帰国し、3年間の後、また、プリンストン大学に戻ってきました。

「私は、1964年～1972年の間、三菱商事名古屋支社にいましたが、吉川君は伏見先生が主宰しておられたプラズマ研究所に来日の折に立ち寄り、我が家で家内の手料理で夜遅くまで歓談したことを、鮮明に憶えています。名古屋には、何回も立ち寄り、我が家にも3回寄って呉れたと思います。

1980年代の後半から1990年代になると、私の米国出張が増え、一度はNYのGrand Centralの私のホテルに彼がやって来て、何故、三菱は、僕を経済顧問に雇わないのかと、しつこく迫られて困ったこともありました。彼は、

キッシンジャーも複数の会社の経済顧問をしているのだから、何で僕を採用しないのかとも言って、私を困らせたものでした。私からは、君の知名度は、キッシンジャーほど高くはないし、原子物理学者としては高名でも、経済学者としては、知られていない、僕も君が経済学者でもあるとは、始めて知った。などと反論したものでした。

もっとも、一社会人としての米国生活等については、当時の通産省の広報誌に何度か寄稿して、世界的な科学者としてばかりで無く、一地球市民として、そして日本人として、世界の、とりわけ日本の将来について思いを馳（ハ）せていた事が、うかがわれました。 」

吉川君が、来日する時には、連絡があるので、この日比谷のクラスの有志で集まって、皆で会食をしたものでした。ここ数年は、彼の来日も減り、連絡は専ら、メールでしていました。今年の10月には、日比谷の同期会があり、私が幹事だったので、夏前から、案内状を出し、彼も出席予定だったのですが、10月はじめに、日本行きをキャンセルする旨の連絡があり、実現しませんでした。今から思えば、その頃から、少し体調に不安があったのでしょう。

ご長女の陽子様から、米国でのお別れ会を12月11日に、プリンストンで開催すると伺ったので、我々も、日本時間12月12日の昼からシェラトン都ホテル東京

で追悼会を行う事にしました。16 人程の同級生が集まる事になっています。

吉川君とは、15 歳から 75 歳までの 60 年に亘るお付き合いでしたので、思い出も短くした積りでも、大変長くなってしまいました。

最後に、吉川庄一君のご冥福を、心からお祈りして終わります。

合掌

日比谷高校クラス有志一同

幹事 飯山 義太郎

## **Condolences from Shoichi's former students**



From Prof. Makishima of the University of Tokyo. He was one of the first students of Prof. Yoshikawa at the Tokyo University. Prof. Makishima went on to become one of the prominent researchers of x-ray astronomy.

## 吉川先生のご逝去を悼んで

吉川先生とは長らくお会いできないまま、お別れとなってしまう、たいへん残念です。

「日本でもプラズマ物理が重要」というかけ声の下、吉川先生が東大物理教室に迎えられ教授として着任されたのは、1972年の後半か1973年の初めだったと思います。1973年度、私が学部4年のとき、大塚孝治（原子核理論、東大教授）、奈良広一（産総研軽量標準総合センター⇒製品評価技術基盤機構）の両氏と一緒に、卒業実験（「特別実験」と呼ばれる）で吉川研に配属になりました。テーマ説明のさい吉川先生が両腕で丸を作り、「このぐらいのトカマクを作らせてあげる」とおっしゃったことを、今でもよく覚えています。技官の山岸健一さんに面倒を見て頂きながら、宮本悟楼先生の実験室の跡地で実験を開始しました。大塚氏がいろいろな数値計算、奈良氏がトカマク電源系の設計と製作、牧島がトカマクの架台、真空容器、トロイダルコイルなどの設計製作を担当しました。MINIMAKと名付けたこのトカマクで、最初にプラズマが点いたのは、同じ年度の終り頃だったような気がします。

1974年の春には、伊藤・井上夫妻、金子氏（故人）、富永氏（故人）、牧島の5人が吉川研に、修士1年の第一期生として入学させて頂きました。理論が2人、実験が3人で、一度に5人もの修士1年生が同一研究室に入学したのは、後にも先にも他に例が無いと思います。牧島は修士の2年間を通じ、MINIMAKにラングミュアプローブを挿入して電流分布とMHDの不安定性モードを測定する実験や、新たに吉川先生と遠山先生が建設された非円形断面トカマク TNT の実験をさせて頂き、投稿論文を書くとともに、修士学位を頂きました。自由で活気に溢れた研究室だったと思います。

こうして吉川先生に直接に指導して頂いたのは3年ほどでしたが、先生は高いカリスマ性をそなえ、学生の目の前に世界の最先端研究の情景を描き出し、我々をたちまち「その気」にさせる、すばらしい力をお持ちでした。たとえば先生は黒板に電子とイオンの運動方程式を書かれ、それに密度を掛けて、「これでfluidの式になります」とおっしゃって、そこからたちまちトカマクの回転変換だのバナナ軌道だのボーム拡散だの、たいへん専門性の高い話題を展開されるのでした。MINIMAKの結果で書いた Physical Review Letter の論文原稿も、私のつたない英語に苦笑されながら、丁寧に添削して下さいました。このような偉大な先生に薫陶を頂いたことは、私にとって、身に余る光栄でした。

私はもともと宇宙物理に興味をもっていたため、博士課程からは宇宙航空研究所の小田稔先生の研究室で、宇宙X線の観測的研究に従事することになりました。そのまま現在も同じ分野にとどまっておりますが、そこにおいて観測対象となる天体の多くは、まさに核融合プラズマと同じような、高温で希薄なプラズマです。したがって吉川先生のご指導で身につけたプラズマの知識が、多くの場面で私のその後の研究に、はかり知れない後押しをしてくれました。また気がつくとその間、合計で8機もの科学衛星の製作

や観測に携わってきましたが、衛星が軌道に乗ったのち、自分の手がけた装置に電源を入れる瞬間はいつも、MINIMAKで真空容器の接合部分のガラス越しに、最初にぼんやりした光が一瞬だけ見えた時と同じような興奮を感じます。

吉川先生がアメリカへ帰られた後は数回、手紙のやりとりがあり、1～2度は米国でお目にかかった記憶があるのですが、それ以後はお目にかかる機会を得ませんでした。先生にお会いし、長らくのご無沙汰をお詫びするとともに、私の人生を方向づけて下さった先生に、心からお礼を申し述べたいと思いながら、その機会が永久に失われてしまったことは、慚愧にたえません。また高い見識と広大な国際的ビジョンをお持ちの先生を喪ったことは、基礎学術分野にとっても、大きな痛手であると言わねばなりません。かえすがえす、残念なことです。

慎んで先生のご冥福をお祈り申し上げるとともに、ご遺族の皆様に弔意をお伝えいたします。

2010年12月4日

牧島一夫（現在は東京大学教授、専門はX線天文学）

maxima@phys.s.u-tokyo.ac.jp

From Prof. Nagayama who is one of the leaders of plasma diagnostics. He was strongly inspired by Prof. Yoshikawa at the University of Tokyo

故吉川庄一先生追悼の辞

故吉川庄一先生のご活躍は1968年ごろの科学朝日の核融合の特集記事で知り、当時高校生だった私は、先生にあこがれ、自分自身でも核融合実現の役に立ちたいと強く願いました。1972年の東京大学5月祭の物理の展示で、先生が東大教授に就任すると聞き、当時工学部3年生だった私にとってビッグニュースでした。翌年夏の大学院入学試験で吉川研を希望しましたが、同じ思いの学生が多すぎて私は吉川研には入れず霜田光一教授の指導を受けることになりました。1976年に博士課程に進学したときは、吉川先生は既に東大を去られた後で、私は霜田光一教授の指導を受けながら、吉川先生の後を守る遠山講師と共に先生が作られた非円形断面トカマクTNT-Aのトムソン散乱計測実験を行い理学博士の学位を得ました。

吉川先生は、その後も時々遠山研究室に来られ、セミナーをし、昼食を共にして、私どもを指導してくれました。熱血先生であり、少し話すだけで学生は非常に元気になるといった指導でした。指導の雰囲気は飯吉先生との共著「核融合入門」（培風館）にも現れています。ここには核融合プラズマ物理学の本質がズバリと述べられており迷いがありません。大変な学生好きで、先生が東京に来られた時にはみんなでホテルに押しかけたものです。

私は1989年から1992年までPPPLでTFTRの仕事をしていました。TFTRではイオン温度35keVものスーパーショットというプラズマが得られていましたが、吉川先生は理論セミナーで、「スーパーショットは内側で発生するソフトなHモードです。」と講義をしたことがあります。それから10数年以上たってから、スーパーショットがHモードと同じ「改善閉じ込め現象」であることが日本でもようやく認識するようになりました。これだけ他人と差があると理解できる人が少なく、きっと孤独だっただろうと思います。

私が1992年にPPPLを退職して日本に帰ってからまもなく、吉川先生もPPPLを退職されました。伊藤公孝さんのお使いで吉川先生のお宅に立ち寄ったことがあります。奥様の手料理で昼食をいただいたことがあります。腕時計を置き忘れた話をしたら、「ちょっと待ってて」とすぐに腕時計を買ってきてくれたことがありました。

吉川先生は核融合のカリスマ教授であり、1973年に日本に帰国してから、テレビに出演し、大臣に講義をし、あちこちで講演して、ついに大型トカマクJT-60を実現させてしまいました。日本にいた期間はわずか3年でしたが、日本の核融合を世界レベルに引き上げた大恩人です。これは核融合に携わる日本人は忘れてはなりません。

吉川庄一先生のご冥福をお祈りいたします。

2010年12月6日

長山 好夫  
核融合科学研究所・ヘリカル研究部・教授  
nagayama.yoshio@nifs.ac.jp

From Prof. Shinohawa who was Shoichi' s undergraduate student at the University of Tokyo. Prof. Shinohawa is one of the pioneering experimental researchers in basic plasma science in Japan.

この度は突然の事で驚いております。

吉川先生とは大学4年生(1975年)の時に、先生の研究室に入れて戴きました時から大変お世話になっております。

その頃はオイルショック直後でエネルギー危機問題がクローズアップされ、核融合(直ぐには間に合わないですが)も脚光を浴び、アメリカ帰りの世界的業績のある有名な若い先生に教えて貰えるとの事で、先生の研究室は非常に人気でした。先生を皆様が眩しく拝見し、尊敬をしていたと思います。

先生が残念ながらアメリカにお帰りになられたので、私は大学院では吉川研に入れず、宇宙研の河島研に入りました。

その後、当時吉川先生の助手でおられました遠山先生が講師になられたのを機に、河島研から遠山研を経て大学院を卒業(D2で中退)し、宮本・遠山研の助手として働いておりました。

吉川先生とは時々学会等でお会いして、お話しやご助言を戴いておりました。

私が若い時(1980年頃で遠山研助手の時)には、一度プリンストンの先生の、奥様のおられたご自宅に、当時宮本研助手であられた長山先生とお邪魔させて戴いた事があります。家内を連れてアメリカ物理学会に出席した時に、先生にお会いした事もあります。

最近は残念ながらお会いする事がなかったですが、ご研究やご助言を続けられ、お元気で暮らしのものと思っておりました。

誠に残念です。

心からご冥福をお祈り致します。合掌

東京農工大学 篠原俊二郎

[sshinoha@cc.tuat.ac.jp](mailto:sshinoha@cc.tuat.ac.jp)

上述のように、東大理学部物理学科4年生の時に吉川研に入りましてからのご縁です。

From Dr. John Sethian from Naval Research Laboratory. Dr. Sethian is a long time leader of the inertial fusion energy research at NRL.

I was saddened to hear of Shoichi's passing. He was my first mentor in plasma physics, and, as one might expect, one of the best. In the fall of 1971 I was an undergraduate at Princeton looking for a senior thesis topic. I had recently become interested in Fusion Energy research, and after a little searching I found myself in Shoichi's office. Even though he was obviously very busy (the FM-1 Spherator was just coming on line), he graciously took the time to talk to me. More importantly, he took the time to work out a meaningful and achievable undergraduate senior thesis topic. The five months I spent working under him were absolutely exhilarating. Shoichi insisted that I be part of all the trials, the stumbles, the discovery, and the excitement of bringing a new fusion experiment to life. He made me feel part of the team. He always answered my questions (no matter how naive) and even made sure I stayed on track on my thesis in the spring when "senioritis" took in. It would be no exaggeration to say that he was the one who got me started in fusion energy research. He shall be missed.

John Sethian

Naval Research Laboratory  
Washington DC  
Tel (202) 767-2705

## From Prof. Nagasaki of Kyoto University

It was a shock for me to hear that Prof. Shoichi Yoshikawa passed away.

His book for novices, "Kakuyugo heno Chosen (Challenge to Fusion Energy)" guided me to the fusion research field when I was a high school student. When I was a graduate student of Kyoto University in 1980's, he stayed in Kyoto as a guest professor, and he gave me many advices to my research study and the way how I should face science. His words are alive in my mind. May he rest in peace.

With deepest regret,

Kazunobu Nagasaki

Professor Institute of Advanced Energy  
Kyoto University  
Gokasho, Uji, Kyoto 611-0011 Japan  
TEL: +81-774-38-3440 (3443)  
FAX: +81-774-38-3449  
E-mail: [nagasaki@iae.kyoto-u.ac.jp](mailto:nagasaki@iae.kyoto-u.ac.jp)



From Mr. Terasnishi was Shoichi' s undergraduate student at the University of Tokyo now working in the field of semiconductor.

It is with great regret that I hear the sad news. Please accept my deepest sympathy. When I was a senior student of physics at University of Tokyo, we read in turn "Physics of Fully Ionized Gases" by Lyman Spitzer, Jr. in Wednesday afternoon. Prof. Yoshikawa always attended it and gave us instructive advices. He explained plasma using rich illustrations. We wanted to read the Japanese translation, but he told us to read the original because we should get used to English. Now, I am a semiconductor engineer. I remember only parts of his explanations. But, the parts are still useful for my job. Thank you very much.

Nobukaz Teranishi Image Sensor Business Unit, Semiconductor Company Panasonic Corporation [teranishi.nobukazu@jp.panasonic.com](mailto:teranishi.nobukazu@jp.panasonic.com)

I stayed at Yoshikawa's Laboratory at University of Tokyo for a bachelor student

**From Masayuki Ono who was inspired by Shoichi when he came to PPPL as a graduate student in 1973. He truly appreciates Shoich for inspiring and encouraging him through out his student and research career at PPPL.**

I would like to express my sincere condolences to the family of the passing of a great man. To me, Shoichi was a great scientists and a visionary leader but also a great teacher. He was a professor with amazingly clear ideas. Back in my student time at PPPL, I could not quite understand a plasma equation and I decided to ask Professor Yoshikawa if he can shed some light. He immediately understood my question and went to the board and wrote the equation with a lightening speed and neatness and explained to me with such a clarity I felt I understood it fully! It was such an enlightening experience for me that I remember this event which took place 35 years ago as it was yesterday. Throughout my student and research life at PPPL, Shoichi was always very warm and understanding. He has the ability to encourage young students with his knowledge and also his wisdom. He also invited me to his home and cooked delicious dishes with unexpected cooking skills showing a warm human side of him. One episode I would like to note is that there was a time in 70's when Shoich went to Japan for a few years. As noted by other speakers, he was literally transforming Japanese fusion community into the world forefront power house by helping JT-60 funded and constructed and triggering something like a ten fold increase in the overall Japanese fusion funding. But at the same time, he was also a professor at University of Tokyo inspiring a new generation of plasma researchers. Shoichi and his students built a very small tokamak called MINIMAK at University of Tokyo and amazingly the students quickly published a ground breaking paper on magnetic island measurement in tokamak in Physical Review Letters. I was very impressed and fascinated by it that I went to visit Shoichi's lab that summer and met those students who were performing experiments on MINIMAK. This is just one of many example of Shoichi's genius of turning what seems to be insignificant into a true gem. As it turned out, those students working under Shoich became leaders of Japanese fusion and plasma research today. I am still a close friends to many of them today thanks to Professor Yoshikawa. Even though he has passed away, Shoichi will live on within us forever. Thank you Shoichi for everything you have done for all of us.