

放射光軟 X 線分光分析研究 40 年 最終講義

2025(令和 7)年 2 月 7 日

兵庫県立大学姫路工学キャンパス A102 講義室

兵庫県立大学工学研究科
村松康司

挨拶

兵庫県立大学工学研究科応用化学専攻

村松康司

2005年4月に兵庫県立大学工学研究科に教授として着任して20年、この3月をもって定年退官いたします。着任時は姫路工業大学工学部分析化学講座を引き継ぐ形で、兵庫県立大学工学研究科物質系工学専攻物質・エネルギー部門、物質計測学研究グループを新しく立ち上げ、研究室を主宰することになりました。当初、旧分析化学講座の西岡洋准教授と大学院修士1回生の小寺浩史君に加えて、6名の学部4回生(上田聡, 上山智子, 内田琢也, 渋川勇介, 服部正輝, 丸谷和之)が研究室に配属されました。教員2名, 大学院生1名, 学部生6名, 計9名でのこぢんまりとした船出でした。私の専門は放射光軟X線分光分析, 西岡先生は環境・化学分析といささか分野が異なっていましたが, 分析化学の立場からみれば, それぞれが分光分析と化学分析に対応するのでバランスがとれていました。以来, 当研究室は“分析化学(科学)”の看板を掲げて, 研究・教育を推進しました。

着任当時, 教員の個室と旧分析化学講座の実験室が書写キャンパスの旧4号館に確保されていましたが, 学生の居室はありませんでした。少人数の研究室といえどもこのスペースではあまりにも狭いので, 教室会議で提案して当時のオープン実験棟会議室の半分を学生部屋にあててもらいました。当時, オープン実験棟はインターネットが繋がっておらず, 営繕課の田中さんに助けをもらい, 4号館からオープン実験棟の部屋まで, 廊下の天井裏に手を突っ込んで学生といっしょにイーサネットケーブルを敷設しました。その後, 研究室の学生と計算機が増えるのに伴い, 2009年に4号館の共通学生実験室をつぶして居室3部屋分に改修しました。この1室を私が指導する学生の居室兼実験室にして, ようやく4号館に研究室がまとまりました。着任して5年, このように研究室のスペース確保に学内を奔走したことは結構大変でしたが, 今となっては良い思い出です。その後, 2023年2月に今のC棟6階に引っ越して, 昭和年代の古い4号館からようやく現代的な研究環境に落ち着きました。

私の研究は放射光施設に赴いて実験を行い, その測定データを計算機で理論解析します。本学着任前より, 私は米国 Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) の放射光施設 Advanced Light Source (ALS) へ頻りに飛んで実験していたので, 着任当初の実験は ALS で行いました。一方, 本学は放射光施設 NewSUBARU (NS) を持っていますが, 着任時に NS を私の研究に利用できる状況ではありませんでした。まず NS での実験環境を整えることが急務であり, NS の多目的ビームライン BL10 を軟X線吸収測定に利用させてもらえないかと, BL10 の責任者, 木下博雄教授(当時)に相談しました。木下先生は, 私の NTT 研究所時代の10年先輩で, NTT の放射光研究仲間であったこともあり, 「わかった, 思いっきりやれ」と許可してもらいました。しかし, そのままでは BL10 を軟X線吸収測定に用いることができず, まずビームライン光学素子のカーボンコンタミを除去し, さらにビームライン分光器の回折格子を追加する必要がありました。これには木下研の原田哲男助教(当時)が献身的に対応してくれて, 2011年頃から所望した放射光が少しずつ得られるようになりました。そして2013年に分析専用装置を BL10 に導入し, NS での軟X線吸収測定ができる環境をようやく整備することができました。ALS での実験は BL-6.3.2 で継続的に行っており, 当研究室は BL-6.3.2/ALS と

BL10/NS の 2 カ所で頻繁に実験できる充実した環境になりました。一方、理論解析の面では、当初 DV-X α 分子軌道(MO) 計算を利用していましたが、解析をより深めるために 2012 年頃より密度汎関数理論(DFT) 計算を導入しました。さらに、2020 年には分子動力学(MD) 計算を導入しました。これで放射光軟 X 線吸収実験と理論計算を高いレベルで両立させる環境が整い、当研究室は放射光軟 X 線分析の有力拠点になりました。この間、国内の大手企業との共同研究を数多く進めることができ、私が築いてきた放射光軟 X 線吸収分析の基盤技術を産業界にまで広く普及させることができました。なお、結果として企業から研究資金を十分にいただくことができたので、研究室運営に大変助かりました。この経済的基盤があったおかげで、学生には数多くの学会発表をさせることができるとともに、多くの大学院生を ALS 実験や国際会議など海外へ連れていくことができました。

研究室運営には、学生の研究指導の他に、組織としてまとめることが大切です。これは社会に出てゆく学生の教育に直結します。私は常々「文武両道あたりまえ」と考えてきたので、学生教育の一環として学生にも「武」つまり身体を動かす機会を作り、皆で動くことで組織をまとめることを考えました。誰でもできる運動は歩く、走る、です。そこで、リレーマラソンに取り組みました。さらに、六甲山のトレッキングや氷瀑ツアー、志賀高原のスキー・スノボツアーも継続して行ってきました。その後、私自身の趣味とトレーニングを兼ねて、GoEAST なる長距離ランニング・ウォーキングイベントを 2016 年からはじめました。これには研究室の学生のみならず学内外から多くの方々が参加し、2024 年まで 16 回も実施することができました。春は姫路城で花見、夏はビアガーデンで暑気払い、年末は忘年会、3 月は私の家で BBQ を行ってきました。学部 1 回生のパイロットゼミは「動くパイロットゼミ」として、研究室学生と一っしょに外食や書写山トレッキングなどを行い、その回数は 100 回に到達しました。残念ながら 2020~2022 年はコロナ禍のため、これらイベントは中断することもありましたが、学生諸君は積極的に参加し行動してくれました。結果、学生間は勿論、学生と教員とのコミュニケーションはとても密になり、組織としてまとまった研究室運営ができたと思います。

総じて、本学に着任してからの 20 年、とても楽しく充実した研究と教育を行うことができました。これも、ひとえに研究室の学生、本学教職員をはじめとして、学内外の研究仲間・友人・知人、そして家族があつての賜物です。皆さまに篤く感謝いたします。

なお、私の 40 年にわたる放射光軟X線分光分析研究は、次頁に示す第 38 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム(2025 年 1 月 10~12 日、つくば国際会議場)で行った招待講演の要旨原稿1枚にまとめました。ご一読いただければ幸甚です。

2025(令和 7)年 2 月

PF, ALS, NewSUBARU

放射光軟X線分光計測技術の開拓と分析応用研究

村松康司(兵庫県大院工)

E-mail: murama@eng.u-hyogo.ac.jp

筆者がこれまでにオリジナリティとセレンディピティに留意して進めてきた放射光軟X線分光計測技術の開発と軽元素材料の分析応用研究を概説する。

1980年代半ば、当時 NTT 電気通信研究所の若手研究者であった筆者は Photon Factory (PF)の高輝度ビームライン BL-16MPW/U の建設チームに参画した[1]。軟X線ブランチ BL-16U の斜入射分光器を開発[2, 3]した後、当時国内では誰もやっていなかった放射光励起軟X線発光分光研究に着手した。世界で初めて不等間隔刻線回折格子(VLSG)を搭載した VLSG 軟X線発光分光器を開発し[4]、ホウ素化合物や炭素化合物の軟X線発光・吸収測定と選励起軟X線発光分光実験を先駆的行った[5, 6]。この新しい分光法は軽元素の電子状態を詳細に調べることができ、現在の最先端軟 X 線分光法いわゆる RIXS につながる。1990年代半ばの NTT 社内環境変化により、軟X線分光法を軽元素材料の分析応用研究に展開することにした。Advanced Light Source (ALS)を利用して炭素材料の分光基礎研究にとりくみ、量子化学計算による軟X線スペクトルの理論解析を並行して進めた。数多くの実験と計算を重ね、軟X線分光測定と理論解析は複雑な構造をとる炭素材料の局所構造解析に威力を発揮することを示した。2005年以降は兵庫県立大学 NewSUBARU(NS)の BL10 において軟X線吸収分析(XAS)装置を開発し、産業界のニーズに応える材料分析技術の開発に注力した。一般に全電子収量(TEY)法が多用される軟 X 線吸収測定において、絶縁性試料の測定には工夫を要する。絶縁性有機膜の軟 X 線吸収測定の際、導電性基板に密着保持した有機膜の試料電流が膜厚方向に流れることに気づき、これを絶縁性試料の TEY 測定技術に仕上げた[7]。本技術は絶縁性工業材料の軟X線分析に広く使われている。また、軟 X 線実験は真空との闘いであるが、BL10/NS の XAS 装置は真空低下を起こす試料の測定を可能にした。これにより 250°C までの高温で分解する熱分解性試料の *in-situ* XANES 測定を実現した[8]。現在、XAS 装置に試料冷凍機を導入し、低温～高温下での *in-situ* XANES 測定の実現を目指している。このような XAS 装置は激しい温度変化下で利用される複合材料やソフトマターの開発に向けた分析に役立つ。

[1] T. Matsushita *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.*, 60, 1874-1876 (1989).[2] Y. Muramatsu *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.*, 60, 2078-2080 (1989).[3] Y. Muramatsu *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.*, 63, 1305-1308 (1992).[4] Y. Muramatsu *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.*, 63, 5597-5601 (1992).[5] Y. Muramatsu *et al.*, *Nucl. Instr. Methods Phys. Res.*, B 75, 559-562 (1993).[6] Y. Muramatsu *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, 71, 448-451 (1993).[7] Y. Muramatsu *et al.*, *Anal. Sci.*, 36, 1507-1513 (2020).[8] Y. Muramatsu *et al.*, *Anal. Sci.*, 38, 717-723 (2022).

放射光軟X線分光分析研究40年

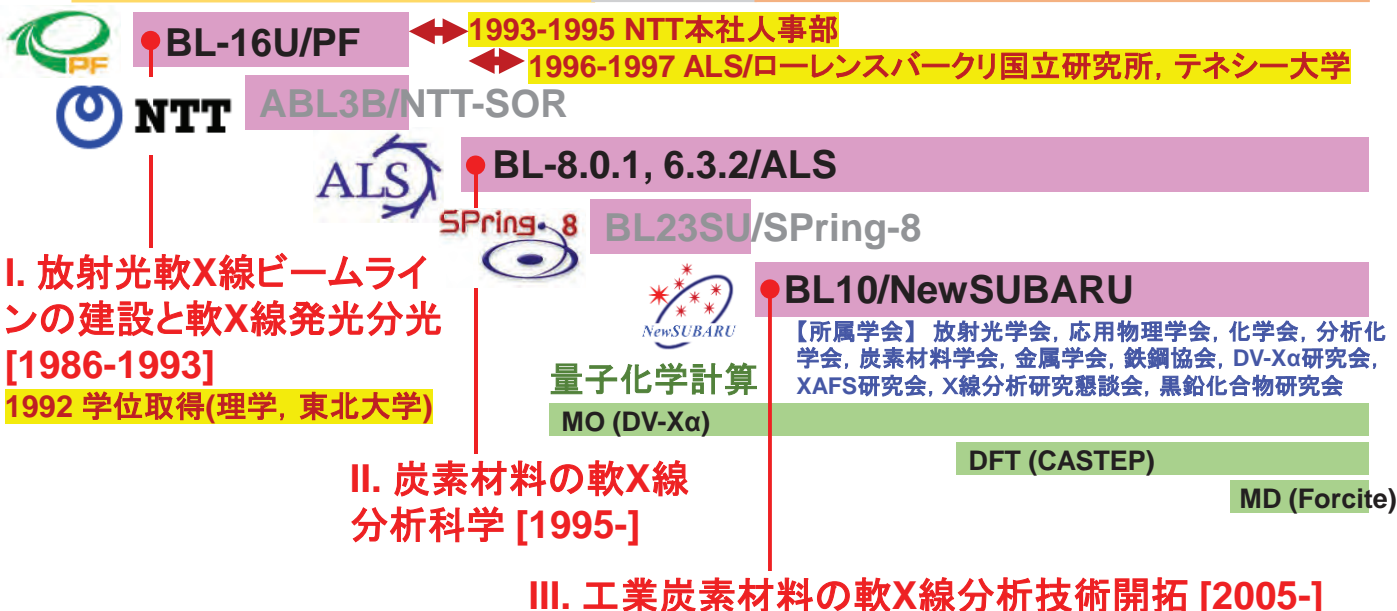
兵庫県立大学工学研究科応用化学専攻
村松康司



研究キャリア

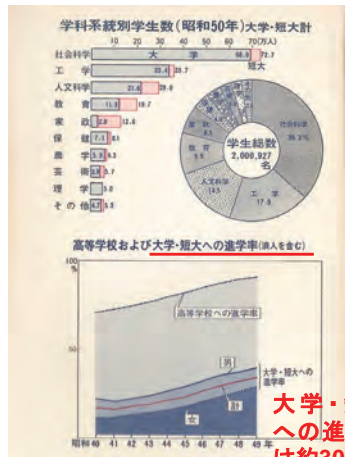
- 1960.1 愛知県豊橋市生
- 1984.3 東北大学理学研究科化学専攻(博士前期課程)修了
- 1984.4 日本電子電話公社(現NTT)電気通信研究所入所

1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025
NTT電気通信研究所 SPring-8/原研 兵庫県立大学





1977年は大学入試「一期校・二期校」制度の最終年度



大学・短大への進学率は約30%

明治40年、理科大学としての東北帝大

「研究第一主義」

本多光太郎

このころ、本多光太郎は「各種自然科学の発展に必要不可欠な基礎研究」をこの「理研」から推進する方針を打ち出した。この「理研」が本多光太郎の「理研」の中心であった。この「理研」が本多光太郎の「理研」の中心であった。この「理研」が本多光太郎の「理研」の中心であった。

東北帝国大学理科大学の初代無機化学講座教授。1908年に43番元素(現在のTc)を発見しニッポニウムと命名。追試が成功せず、周期表から消えていった。その後1990年代から東北大学の後輩教授である吉原賢二による現代化学的再検討によって、75番元素Reと判明。

歴代総長 (肖像写真は「東北大学百年史」より転載)



4代 小川正孝



6代 本多光太郎

強力な磁石鋼であるK・S鋼を発明。東北大学金属材料研究所、初代所長。「鉄鋼の父」と呼ばれる。東北大の「研究第一主義」の代名詞たる大研究者。愛知県三河地方(岡崎市)出身。



17代 西澤潤一

光通信の基盤技術「PINダイオード」, 「静電誘導トランジスタ(SIT)」, 「半導体材料の完全結晶化技術」を開発。「光通信の父」と呼ばれる。電電公社(NTT)電気通信研究所と深い関係がある。父親が愛知県三河地方(豊川市御津町)出身。

出身地, 豊橋



本多光太郎生家の銅像@岡崎東公園

本多光太郎の出身地

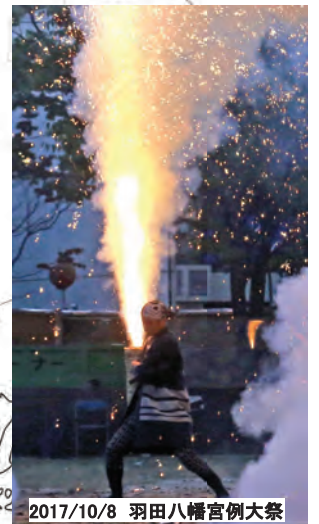
村松は高校時代に本多光太郎が郷里三河の出身であることを知り、東大京大目もくれず、東北大に行く心を固める。



村松は学位記(理学, 東北大学)を当時の東北大学総長, 西澤潤一先生から直接手渡して頂いた。その鋭い眼光から、この人はタダモノではないと直感。



慶長5年(1600年)の関ヶ原の戦いで功をあげた吉田城主, 池田輝政は播磨国姫路に加増移封され、初代姫路藩主となる。慶長6年から8年かけて姫路城を大規模に改修する。

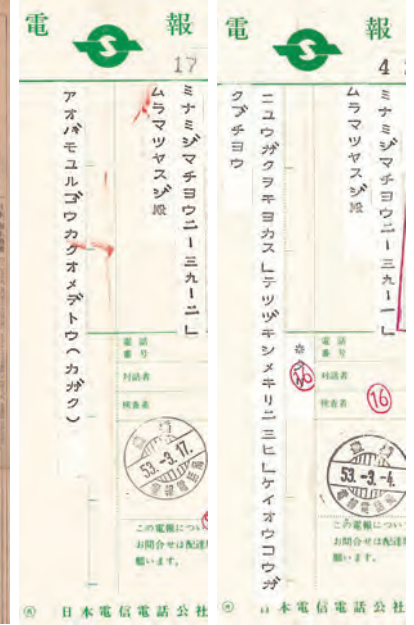


2017/10/8 羽田八幡宮例大祭 手筒花火発祥の地

- 全国模試(駿台、代ゼミ、河合塾)の成績優秀者にしばしば名を連ね、全国での位置を知る。
- Z会物理黒帯。



1. 受験中、受験票は机の上に置くこと。	理科系学部	午前9:30~	午後0:00~
2. 受験票は受験席の確認及び健康診断(精密検査)等のときも提示を求めるので、大切に保管すること。	文系学部	午前9:30~	午後0:00~
3. その他受験票上の注意事項は「受験者心得」に記載されているので、よく読むこと。	国語	午前9:30~	午後0:00~
4. 学力検査日時割	社会	午前9:30~	午後0:00~
	外国語	午前9:30~	午後0:00~
	理系	午前9:30~	午後0:00~
	数学	午前9:30~	午後0:00~



東北大学理学部化学科 放射化学研究室

放射化学研究室(吉原賢二教授)

東北大学と放射化学・放射線化学・放射性同位体



- 化学の中でも物理系の分野に進む
- 核融合は将来の夢のエネルギー

核融合のD-T反応: $D + T \rightarrow ^4He + n + 14 \text{ MeV}$ 以上
D-T反応を受け止めるブランケット材料の基礎研究

修論「反跳トリチウムとナフタレン誘導体との反応」

Y. Muramatsu, Y. Murano, and K. Yoshihara, *Radiochem. Radioanal. Lett.*, 58, 227-236 (1983). **卒業研究の論文**
Intramolecular non-uniform distribution of tritium in naphthalene and uracil by nuclear recoil reaction.

Y. Muramatsu, G. Izawa, and K. Yoshihara, *Radiochimica Acta*, 38, 5-10 (1985). **修士研究の論文**
Reactions of recoil tritium with naphthalene and its derivative in solid phase

1898	キュリー夫妻	ラジウム発見	1898 ラジウム発見
1908	●小川正孝教授 (無機化学)	43番元素の発見 Nipponiumと名付けた。	誤報であった。
1913	●石原 純教授(?) (物理学)	Radium(10mCi) 副原器を輸入	
1938	ハーン等	核分裂発見	1938 核分裂発見
1945		原子爆弾 広島・長崎に投下	1945 原子爆弾投下@広島, 長崎
1951		日本におけるR1利用はじまる。(東北大学ではこれより少し遅れて東北大学理学部分析化学講座, 金研等で利用される。)	
1954		ビキニ環礁で熱核爆弾の実験	1954 ビキニ環礁核実験, 第五福竜丸被爆
1959	●塩川孝信教授 (鈴木信男助手 (現・化学科教授))	東北大学理学部化学科に放射化学講座が開設され, 併任教授と	1959 放射化学講座開設
1961	●塩川孝信教授	放射化学講座専任教授となる。	
1963	●瀬戸邦夫助教授	教養部教授として転出, その後原子核工学科教授となる。	
1963		第7回放射化学討論会, 仙台で開かれる。	
1966		第4回ホットアトム化学国際シンポジウム(京都)	
1969	●塩川孝信教授	国際誌"Radiochemical and Radioanalytical Letters"の associate editorとなる。	
1974		第16回放射化学討論会 仙台で開かれる。	
1977	●八木益男助教授	原子核理学研究施設開設され, 放射化学講座より転出	
1979	●塩川孝信教授	日本原子力学会賞(論文賞)受賞(トリチウム環変)	
1980	●吉原賢二助教授	第3回放射薬品化学シンポジウム(セントルイス)で招待講演, 新設のサイクロトロンによる成果を発表。	
1982	●吉原賢二助教授	第25回放射化学討論会, 仙台で開かれる。工学部 瀬戸邦夫教授, 武部雅弘助教授らと。	



伊澤郡蔵先生

ガラス細工で何本も作った二重管バブラー



院生時代、日課で走った青葉山一周(5.8km, 高度差106m)



最初の学会発表 第26回放射化学討論会, 3S₂10 (新潟大学, 1982).

3S₂10 反応トリチウムと固体有機化合物の反応(1): ナフトールおよびナフトエ酸
(東北大・理) ○村松康司 伊沢郡蔵 吉良賢二

1. 序論
反応場における反応トリチウムの反応の一つとして、常置固体有機化合物に対する反応トリチウムの化学的挙動を検討した。化合物としては、ナフトレン環と基本骨格とする1-, 2-ナフトールおよび1-, 2-ナフトエ酸を用い、反応 $T_2 + H \rightarrow T$ で生ずる反応トリチウムの反応性を調べた。

2. 実験
3S₂10の反応場における反応が知られている。本実験では、1-, 2-ナフトールの芳香環に反応されたトリチウムは均等分布を示さず、上記の反応性によることから、この条件下でのトリチウムはホットな状態が反応していることがわかった。また、1-ナフトールの2位と2-ナフトールの1位における分布は、期待される値(1-ナフトールの4位は約45%)より小さいことから、水素原子に対してオルト位の水素原子は水素原子の移動(遷移)を受けて、比較的反トリチウムと置換されにくいと考えられる。

(中略)

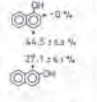


表1. ナフトール, ナフトエ酸におけるトリチウムの分布

SAMPLE	T-RADIOACTIVITY DISTRIBUTION		
	Ring-1	Ring-2	Others
1-Naph	55.9 ± 1.0	30.0 ± 0.3	6.8 ± 1.2
2-Naph	48.1 ± 3.9	37.5 ± 1.1	8.3 ± 0.8
1-NaphCOOH	48.5 ± 1.9	32.1 ± 1.9	8.3 ± 0.9
2-NaphCOOH	40.6 ± 1.2	37.9 ± 1.5	2.2 ± 0.4
1-NaphCOOH	49.0 ± 1.2	27.5 ± 0.4	1.6 ± 0.1

放射化学講座の紹介(東北化学同窓会報, 1983)

放射化学講座

当講座には吉原教授以下、大森、鍛冶、伊沢、関根の4教官、平賀技官、それに秘書の富田さんが居ります。

テクネチウム化学、核的プローブの化学、トリチウム化学、インプラントの化学などをやっております。

(中略)

博士前期課程2年の村松君は化学教室でも指折りのベストドレッサーですが、仕事の方も大変要領よく、また大胆な考え方を展開しており、さすがはスポーツで鍛えただけのことはあると感じさせられます。

(中略)

電電公社(NTT)への就職

日本原子力研究所夏季実習(M1, 40日間)
@トリチウム研究室



トリチウム研究者曰く「核融合炉一つ動かすTを作るのに原発3基が必要なんだよ。」

原子力, 核融合分野の将来は遠いな。。

- 自分が40歳になる頃に21世紀
- これからは高度情報化社会
- 情報通信を一元的に担うのは電電公社でその研究所はハード・ソフトを総合的に研究
- 情報通信では化学はマイナー分野だからこそ貴重

大学で学んだ放射化学とはかなり離れた情報通信分野へ就職

1980年代前半の電電公社パンフレット



INS
Information
Network
System
高度情報通信システム

INSハイテクノロジー・ハイライト

INSの形成をめざして
INSの形成をめざして
INSの形成をめざして

デジタル技術

デジタル技術
デジタル技術
デジタル技術

大容量衛星通信

大容量衛星通信
大容量衛星通信
大容量衛星通信

光ファイバーケーブル伝送技術

光ファイバーケーブル伝送技術
光ファイバーケーブル伝送技術
光ファイバーケーブル伝送技術

超LSI

超LSI
超LSI
超LSI

電話宅内技術

電話宅内技術
電話宅内技術
電話宅内技術

交換技術

交換技術
交換技術
交換技術

通信線路技術

通信線路技術
通信線路技術
通信線路技術

伝送技術

伝送技術
伝送技術
伝送技術

無線技術

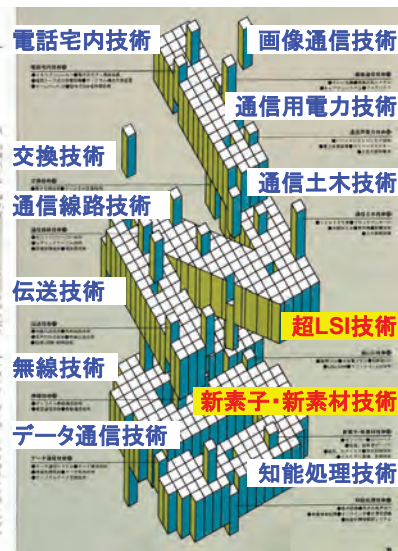
無線技術
無線技術
無線技術

データ通信技術

データ通信技術
データ通信技術
データ通信技術

知能処理技術

知能処理技術
知能処理技術
知能処理技術



25歳, NTTで最初に取り組んだ研究 [1985]

配属先: 日本電信電話公社 武蔵野電気通信研究所 **材料試験研究室**

直接指導の上司と取り組んだ研究テーマ: **アモルファスシリコンのプラズマ診断**

1980年代半ばの状況: アモルファスシリコン太陽電池の研究開発が大流行で, 多くの大学と企業で研究が進む。



電電公社の分析技術をもって新規参入する研究計画で, すでに用意されていたプラズマCVD装置に紫外・可視分光装置を組み込んだ装置で研究せよと。

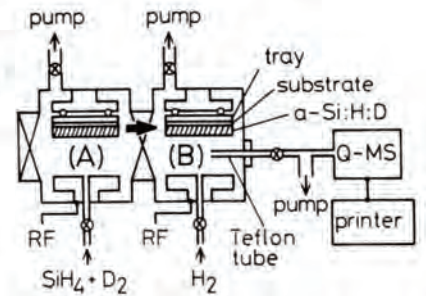
しばらく研究を進めたが, 楽しくない。なぜなら, **すでに多くの人がやっている研究分野で面白くない。将来性を見いだせない。ツマラン!**

とは言っても何か爪痕を残すべく, 大学時代の技術を参考にして**一人で独自装置を作り, 水素引き抜き反応の存在を証明。Appl. Phys. Lett.に掲載してケリをつける。**

Appl. Phys. Lett. 49 (19), 10 November 1986

Hydrogen abstraction from hydrogenated amorphous silicon surface by hydrogen atoms

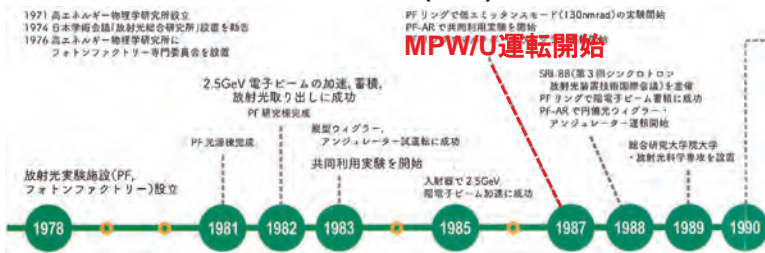
Yasuji Muramatsu and Norikuni Yabumoto
Electrical Communications Laboratories, Nippon Telegraph and Telephone Corporation, 3-9-11, Midoricho, Musashino-shi, Tokyo 180, Japan



多くの人がやっていることをやっても面白くない

26~29歳, ゼロから始める放射光軟X線分光研究 [1986 - 1989]

“フotonファクトリーのおゆみ 2023(抜粋)”

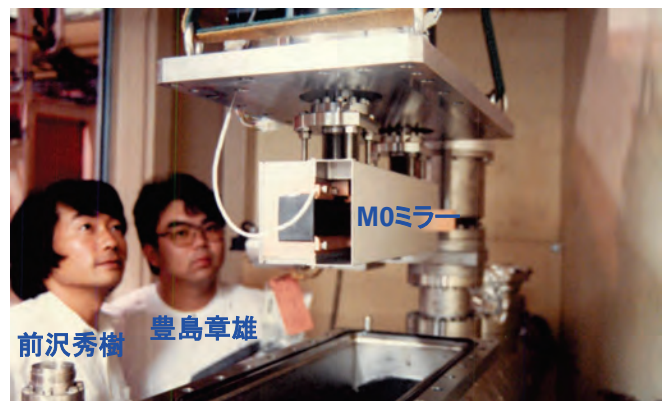
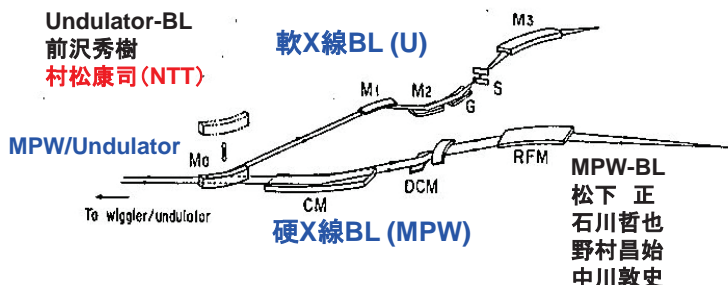


BL16MPW/U

E-energy	2.5 GeV
Periodic length	120 mm
Periodic number	26
Magnet	NdFeB
Gap	150 - 130 mm (U) 19 - 50 mm (W)
Magnetic field	≤0.513 T (U) >0.513 - 1.47 T (W)
K-parameter	0.605 - 5.75 (U) 5.75 - 16.8 (W)
1st harmonic energy	28.2 - 418 eV (U)

NTTからPFのチームに加わりBL-16建設

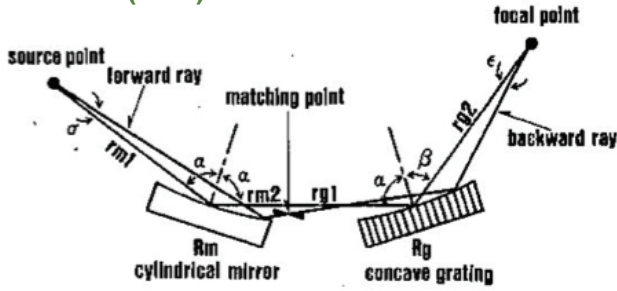
T. Matsushita, H. Maezawa, T. Ishikawa, M. Nomura, A. Nakagawa, A. Mikuni, Y. Muramatsu, Y. Satow, T. Kosuge, S. Sato, T. Koide, N. Kanaya, S. Asaoka, I. Nagakura, Rev. Sci. Instrum., 60, 1874-1876 (1989).



軟X線ビームライン分光器の設計・開発

斜入射軟X線分光器@BL16Uの設計・開発
 Y. Muramatsu, H. Maezawa, *Rev. Sci. Instrum.*, 60, 2078-2080 (1989).

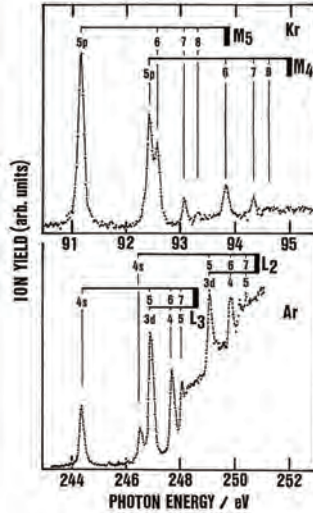
光線追跡ソフトウェアの開発
 Y. Muramatsu, Y. Ohishi, H. Maezawa, and T. Matsushita, *Rev. Sci. Instrum.*, 60, 2048-2050 (1989).



シリンドリカルミラーと凹面回折格子を組み合わせた無収差分光学系

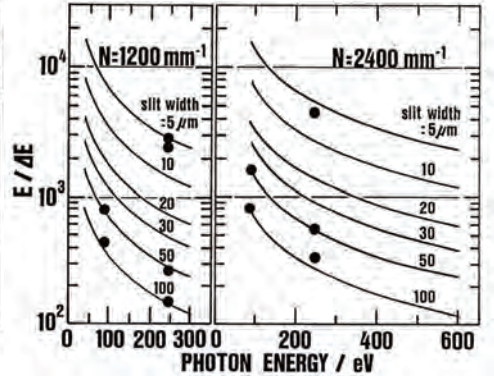
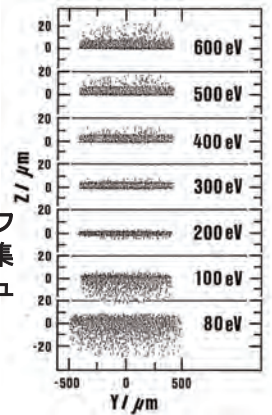


開発した軟X線ビームライン分光器



Kr M端と Ar L端の光イオン化スペクトルからエネルギー分解能を測定する

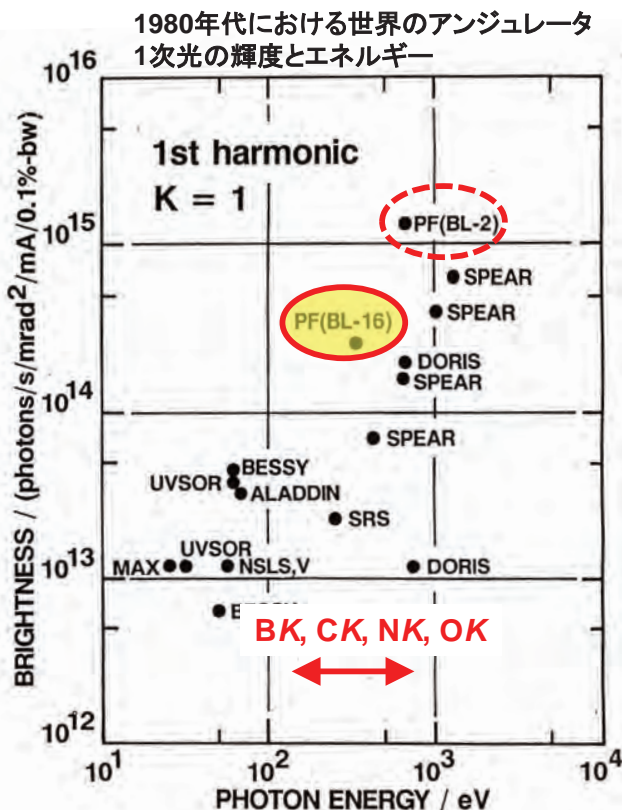
光線追跡ソフトを用いた集光像のシミュレーション



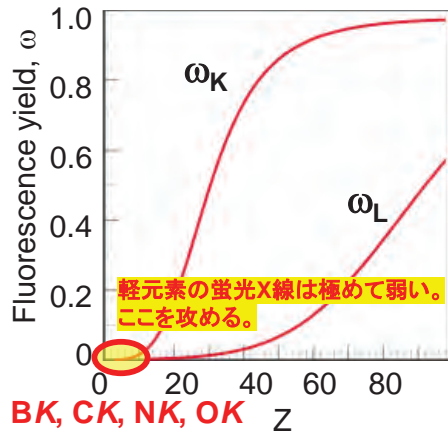
理論と測定のエネギー分解能を比較

高輝度軟X線放射光を使って何を研究するか？

- ◆ 高輝度軟X線放射光でなければできない研究
- ◆ だれもやっていない実験



軽元素の蛍光X線分光研究の課題



- ◆ 軽元素の蛍光X線収率は極めて低く研究が進んでいない
- ◆ 放射光励起は誰もやっていない
- ◆ 高輝度放射光を用いれば、選択励起が可能で新しい分光研究になるはず

『シンクロトロン放射』日本物理学会編(1986年, 培風館) 第9章 蛍光X線分析(合志, 飯田)

一方、蛍光X線スペクトルの化学結合効果もまた大いに期待できる分野で、状態分析法として重要であろう。ただし、現在のシンクロトロン放射では、まだ強度の点で不十分であり、²⁵⁾ 将来の各種のウィグラー、アンジュレーターの発展を待ち試みられるべきものである。

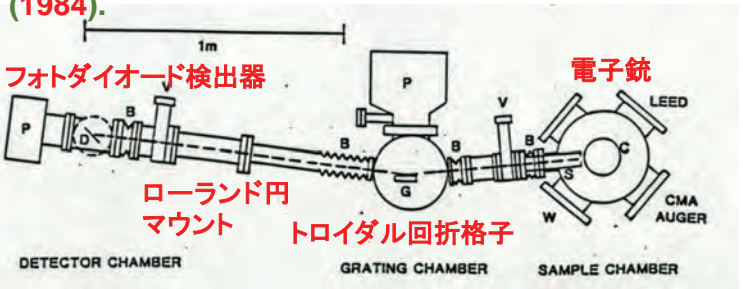
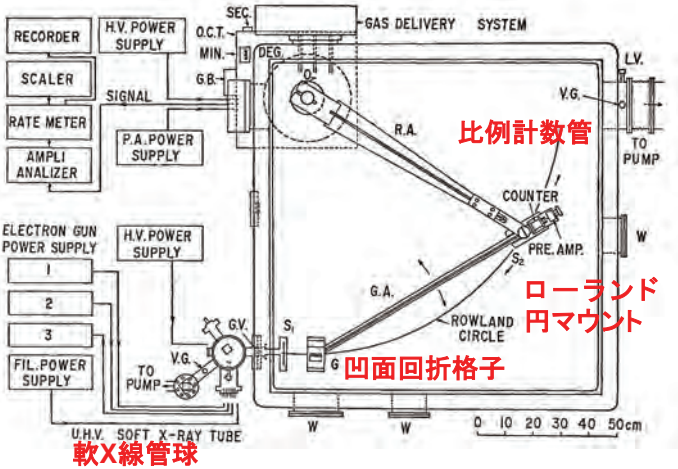
軽元素の高輝度放射光励起蛍光X線分光

1992年 学位取得(理学, 東北大学)
 アンジュレータ斜入射分光器を用いた放射光励起蛍光X線分光法に関する研究

放射光以前の軟X線領域の蛍光X線分光器

軽元素の蛍光X線; Li, Be, B, Al, Si
O. Aita and T. Sagawa, J. Phys. Soc. Jpn.,
27, 164-175 (1969).

フォトダイオード検出器を搭載した軟X線分光器
R. D. Carson, C. P. Franck, S. Schnatterly, and
Zutavern, Rev. Sci. Instrum., 55, 1973-1977 (1984).

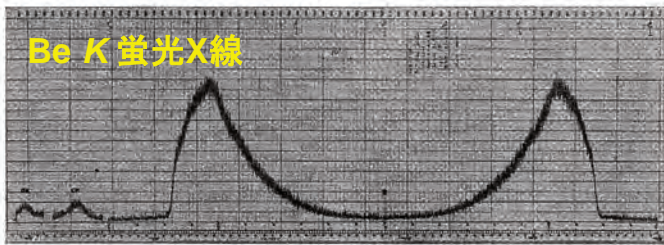
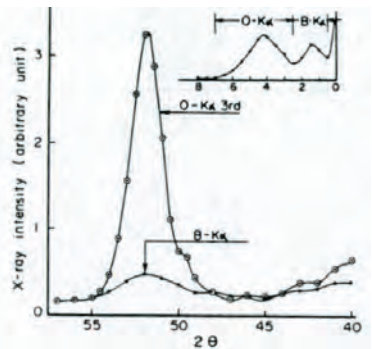


軟X線の波長分散素子

T. Arai, T. Shoji, and R. W. Ryon, Adv. X-Ray
Anal, 137-144 (1985).

Rh-X線管球
TAP 人工多層膜
全反射ミラー
比例計数管

BドープガラスのBKα,
OKα (3次光) 蛍光X線

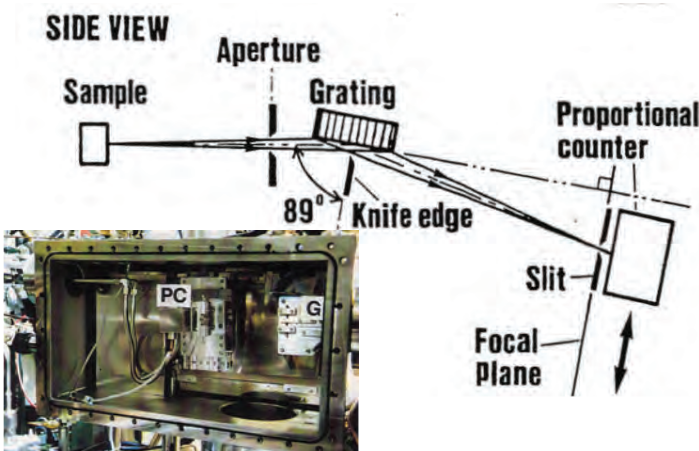


30~33歳, 放射光励起軟X線発光分光研究 [1990-1993]

(1) 軟X線発光分光器の設計開発@BL-16U

軟X線発光分光器の設計開発

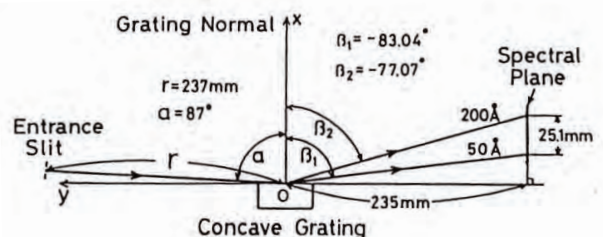
Y. Muramatsu, M. Oshima, T. Shoji, and H. Kato,
Rev. Sci. Instrum., 63, 5597-5601 (1992).



- ◆ 不等間隔刻線回折格子(VLSG)
- ◆ 直線走査の比例計数管 (将来に置き換え)
- ◆ 入射スリットレス光学系
- ◆ シンプルでコンパクトな分光器

世界で最初にVLSGを搭載した
放射光励起軟X線発光分光器

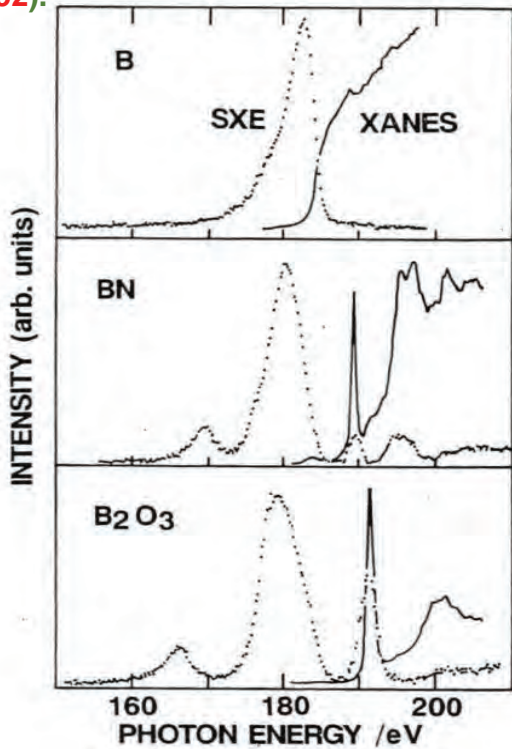
フラットフィールド不等間隔刻線回折格子
T. Kita, T. Harada, N. Nakano, and H. Kuroda,
Appl. Opt. 22, 512 (1983). 日立中研製



(2) 国内初の放射光励起軟X線発光・吸収測定

高輝度アンジュレータ光励起による軽元素の軟X線発光・吸収分光装置

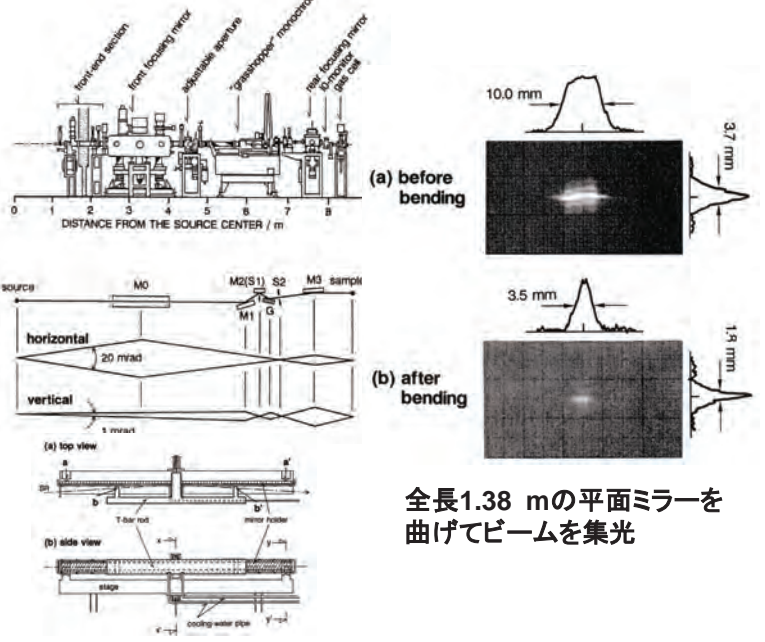
Y. Muramatsu, M. Oshima, T. Shoji, and H. Kato, Rev. Sci. Instrum., 63, 5597-5601 (1992).



PFでの仕事と並行して行っていたNTT-SOR@厚木でのビームライン建設(1989~1993)

NTT-SORにおけるリアルタイム光電子分光ビームラインABL-3Bの建設

Y. Muramatsu, F. Maeda, S. Maeyama, Y. Watanabe, and M. Oshima, Nucl. Instr. Meth., A342, 596-599 (1994)

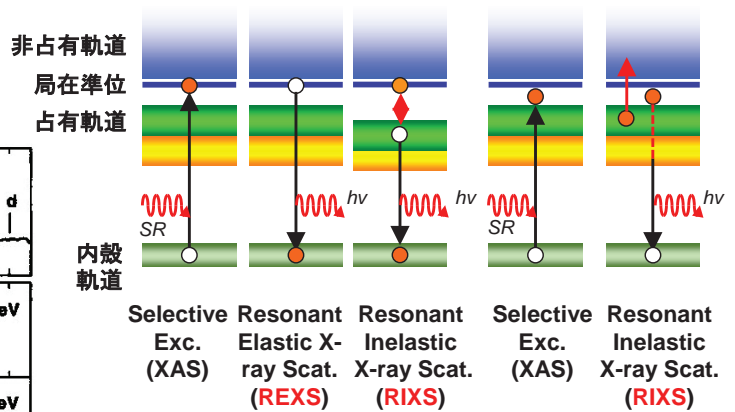
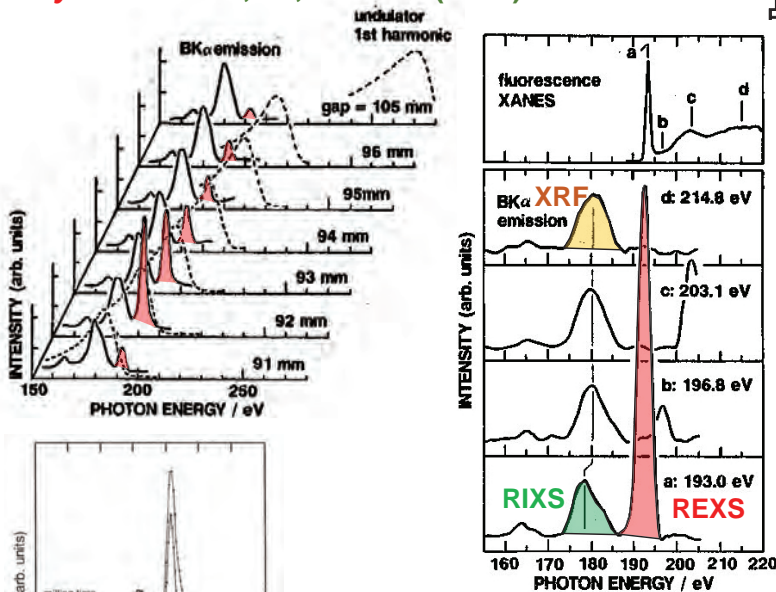


全長1.38 mの平面ミラーを曲げてビームを集光

(3) 共鳴弾性/非弾性X線散乱の発見

B₂O₃の共鳴X線弾性/非弾性X線散乱

Y. Muramatsu, M. Oshima, and H. Kato, Phys. Rev. Lett., 71, 448-451 (1993).



新しい軟X線分光研究

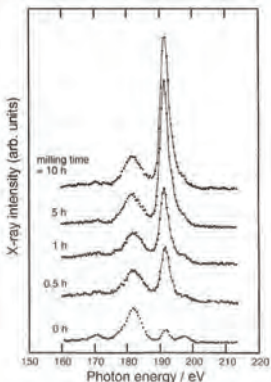
“軟X線発光実験”, 辛埴, 放射光, 8, 470-479 (1995)

現在, 精力的に軟X線領域の発光実験を行っているグループはスウェーデン, ドイツ, アメリカ, 日本である。

日本ではNTTの村松氏のB化合物のラマン散乱の実験が放射光を利用したものとしては初めてであるといわれて良いと思われる。これについては, 文献5に詳しい解説があるので参照されたい。今の所, 論文の数はまだ少ないが, 放射光を使った軟X線発光実験でなければできないような画期的データが既に出始めており, 物質科学にとっても, 新しい分光学としても大きな発展が期待できる。

BN微粒子の共鳴X線弾性増強

Y. Muramatsu, M. Oshima, J. Kawai, S. Tadokoro, H. Adachi, A. Agui, S. Shin, H. Kato, H. Kouzuki, and M. Motoyama, Phys. Rev. Lett., 76, 3846-3849 (1996).



その後の軟X線発光分光器の発展

1990年代

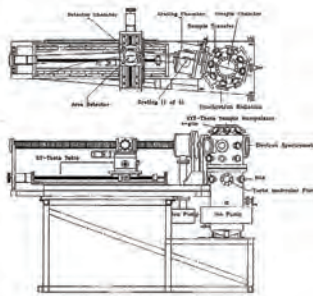
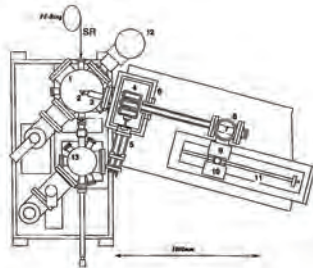
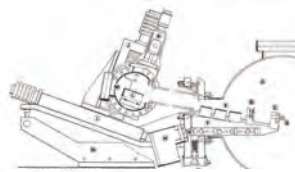
凹面回折格子(ローランド円マウント), CCD 検出器

ウプサラ大: J. Nordgren, G. Bray, S. Cramm, R. Nyholm, J.-E. Rubensso, and N. Wassdahl, *Rev. Sci. Instrum.*, 60, 1690-1696 (1989).

東大@PF: S. Shin, A. Agui, M. Fujisawa, Y. Tezuka, T. Ishii, and N. Hirai, *Rev. Sci. Instrum.*, 66, 1584-1586 (1995).

IBM/TENN/TULANE/

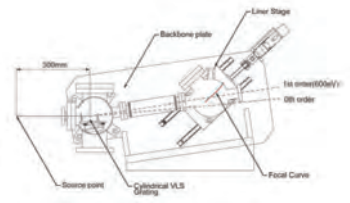
LLNL/LBL@ALS: J. J. Jia, T. A. Callcott, J. Yurkas, A. W. Ellis, F. J. Himpsel, M. G. Samant, J. Stöhr, D. L. Ederer, J. A. Carlisle, E. A. Hudson, L. J. Terminello, D. K. Shuh, and R. C. C. Perera, *Rev. Sci. Instrum.*, 66, 1394-1397 (1995).



2000年代

不等間隔刻線回折格子, CCD 検出器

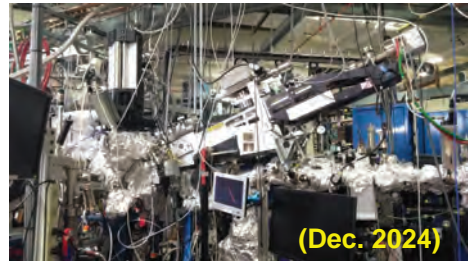
東大 @SPring-8: T. Tokushima, Y. Harada, H. Ohashi, Y. Senba, and S. Shin, *Rev. Sci. Instrum.*, 77, 063107 (2006).



Y. Harada

(Oct. 2023)

Wet RIXS BL-8.0.1/ALS



(Dec. 2024)

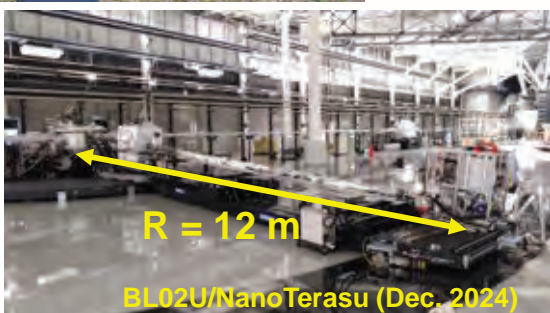
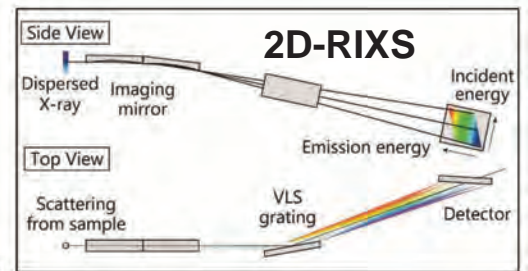
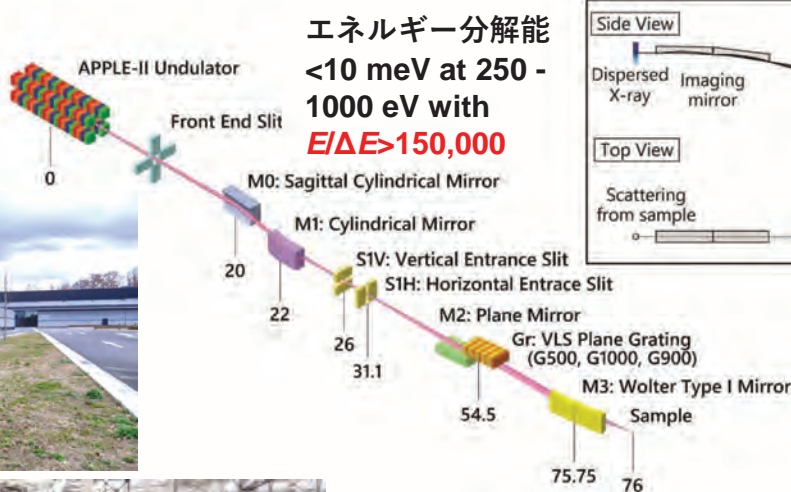
最先端の超高分解能軟X線発光分光器 @NanoTerasu

J. Miyawaki, K. Fujii, T. Imazono, K. Horiba, Y. Ohtsubo, N. Inami, T. Nakatani, K. Inaba, A. Agui, H. Kimura, and M. Takahashi, *J. Phys.: Conference Ser.*, 2380, 012030 (2022).

BL02U

長大な分散距離の不等間隔刻線回折格子

NanoTerasu



- ◆ 電子準位と振動準位の分離
- ◆ 電荷・軌道・スピン・格子の素励起過程の観測

機能材料研究部では、真空紫外線から軟X線まで(波長で150Åから3Å)の放射光を利用した高度な材料評価技術の確立、これらの評価手段を駆使した材料研究を進めています。

1 GCM分光器
(回折格子・結晶併用分光器)

真空紫外線と軟X線のどちらも分光できるNTTラインの分光器です。

2 複合表面分析装置

MBE成長しながら in-situ放射光電子分光が行える分析装置です。

3 CaF₂/GaAs界面の光電子分光

放射光電子分光から界面Ca電子から配位となっていることを解明しました。

4 軽元素用新型検出器

Xeガスのシンチレーションを利用した高感度な低エネルギー-蛍光X線測定用比例計数管を開発しました。

6 機能界面材料の開発

機能界面材料を開発し、半導体/超伝導体界面に挿入することによって半導体の酸化が抑制できることが放射光電子分光で示されました。

7 軟X線利用in-situ構造解析装置

軟X線を利用してin-situ原子配列評価が行える装置を開発しました。

5 軽元素のEXAFS解析

開発した新型高感度検出器を用いて従来不可能であった軽元素極薄層のEXAFS解析に成功しました。

8 硫黄処理GaAs表面の3次元構造

STMでの観察が困難な硫黄処理GaAs表面吸着構造を実験的にはじめに解明しました(図は(111)B面の場合)。



関連研究機関および潜在研究者

<p>共同研究を行った外部機関</p> <p>高エネルギー物理学研究所</p>	<p>境界領域研究所</p> <p>電子デバイス研究所</p>
<p>協同研究を行った大学</p> <p>東京大学 村田研究室</p> <p>東京大学 菊田研究室</p> <p>筑波大学 南日研究室</p> <p>東京工業大学 橋爪研究室</p>	<p>基礎研究所</p> <p>材料物性研究所</p> <p>物質科学研究所</p>
<p>所内関連研究部</p> <p>LSI研究所</p> <p>第5プロジェクト</p> <p>プロセス自動化研究部</p> <p>半導体工技術研究部</p> <p>電子デバイス研究部</p> <p>資源特別研究室</p> <p>光エレクトロニクス研究所</p> <p>光材料研究部</p> <p>藤本特別研究室</p>	<p>潜在研究者</p> <p>Prof. Insof Lindau (米 Stanford大学) LSI 研への招聘教授 (1993年)</p> <p>Prof. Piero Pianetta (米 Stanford大学) 招聘教授 (1987年)</p> <p>Dr. Ruth Klausner (独) ポストドク (1998年)</p> <p>Huges Tarel (仏) 実習生 (1989年)</p> <p>Rebecca Berrigan (豪) 実習生 (1981年)</p> <p>Dr. Tom Salmasek (独) ポストドク (1981年)</p>

9 アンジュレータ光励起蛍光X線分析装置

強力なアンジュレータ光を用いて軽元素の蛍光X線分析が行えます。上は装置下は開発した測定システムの概略図です。

10 蛍光X線共鳴現象

赤く酸化化合物において図のような共鳴蛍光ビーブ(★)が存在することを発見しました。

11 高速表面分析装置

結晶成長および試料処理中のリアルタイム放射光電子分光をねらうとして、マルチチャンネルプレートを備えた高速表面分析装置を厚本分析ラインに設置しました。

12 実時間表面分析例

Sb/GaAs試料の加熱中に測定した実時間光電子分光スペクトル例です。

33~35歳, NTT本社人事課長として研究を一時中断 [1993-1995]

- NTT本社人事部: 全国の支社と事業部門から(幹部候補として)社員を抜擢。
- 研究部門の人事業務: 研究所(3600人規模)の採用・人事昇格・異動を3人の課長と部長で司る。村松の業務は研究所の学生採用と新人教育, および若手研究者1200人の人事昇格・異動。**NTT研究所の若手社員教育は, 基本, デキル周りの人を見て自ら学ばせる。**
- 1990年代前半の状況: マルチメディアの時代, インターネット・情報化社会の幕開け。21世紀に向けてNTTの大変革が始まる。
- 1995年1月: 阪神淡路大震災時, NTT救援部隊の編成にもかかわる。

自身の**放射光研究は中断(PFでの研究は実質的におわり)。**

13年後のNTT大プロジェクトFTTH(2005年までに全国津々浦々に光ファイバー網を敷設)を見据えた学生採用計画と若手**人事計画**を立案し実行。

材料系と電気情報系が半々だった研究所を, 電気情報系に重点化。材料系は基礎研100名程度に絞る方向で人事を構想。

所属していた材料分析グループは近い将来必要なくなる。**放射光研究は閉じる方向。**

2年の人事業務を終えて, 以前のようなPFでの放射光研究は困難に。**環境センサー開発グループに移る。これが会社, さてどうする!!!**

36~37歳, アメリカへ, 炭素材料の分析へ [1996 - 1997]

人事部での失われた研究2年間を取り戻すため1年間の海外研修に行くチャンス

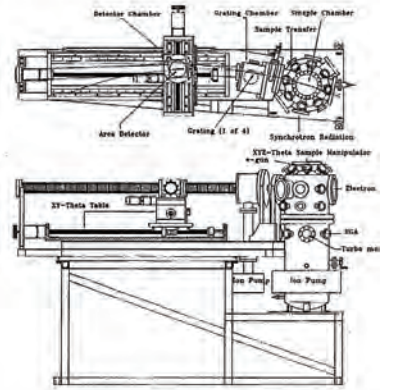
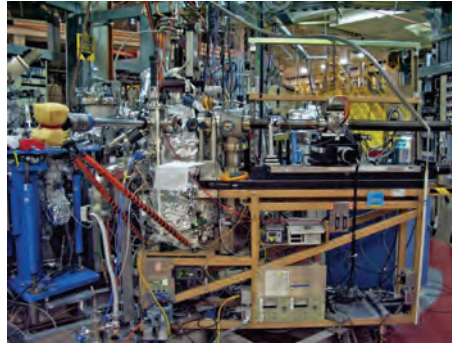
U. Tennessee(TENN)でピザをとりAdvanced Light Source (ALS)/Lawrence Berkeley National Lab. (LBNL)で放射光研究

軟X線発光分光の論文, 特に2報のPRLで私の名がALSの研究者に知れ渡っていたので是非来いと

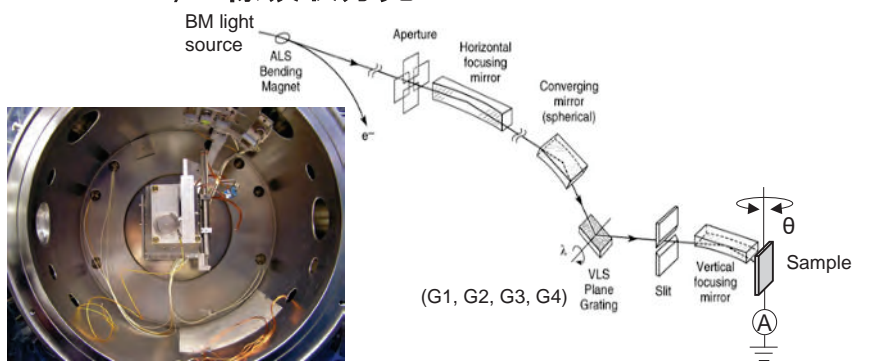
ALS/LBNL



BL-8.0.1, X線発光分光



BL-6.3.2, X線吸収分光

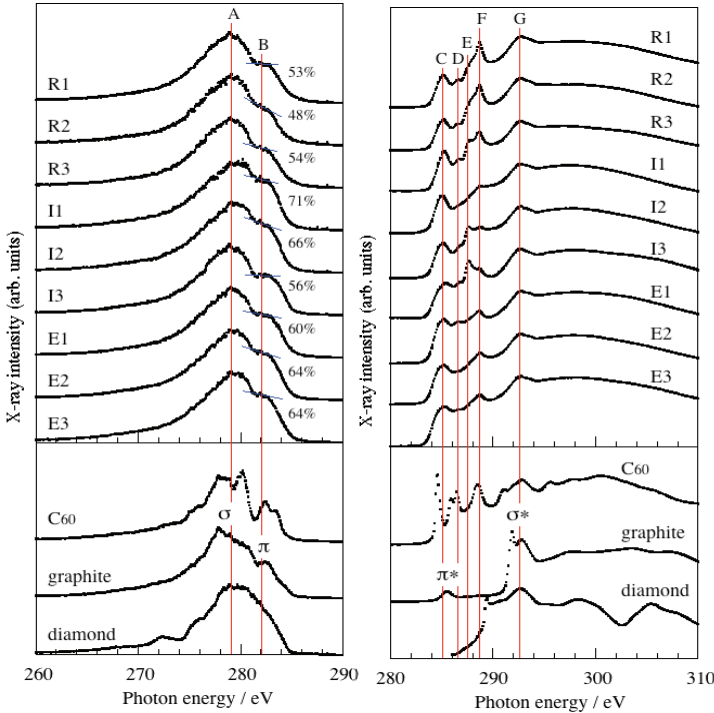


アメリカでの生活



非晶質カーボンのCK-XES/XAS

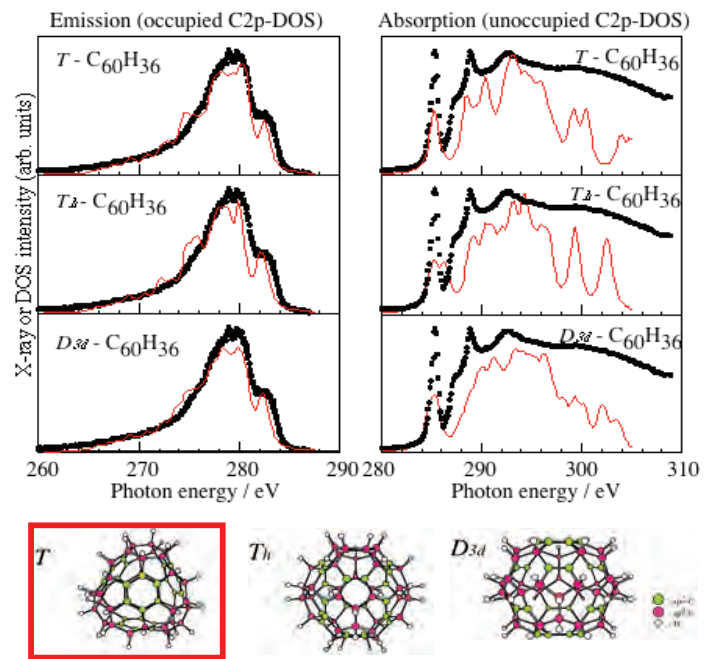
Y. Muramatsu and T. Hayashi, The 12th Diamond Symposium, 112, (1998).



炭素材料の分析には発光よりも吸収が有効

水素化フラーレンのCK-XES/XAS

Y. Muramatsu et al., J. Electron Spectros. Relat. Phenomena, 107, 177-184 (2000).



量子化学計算によるスペクトル解析が必要

40歳, NTTとケンカ別してSPring-8へ [2000]

私は会社でのマネージメント業務をとるのではなく、**放射光研究者**として生きてゆくと**決意**してNTTを飛び出る

重要なのは強靱な精神力と信念

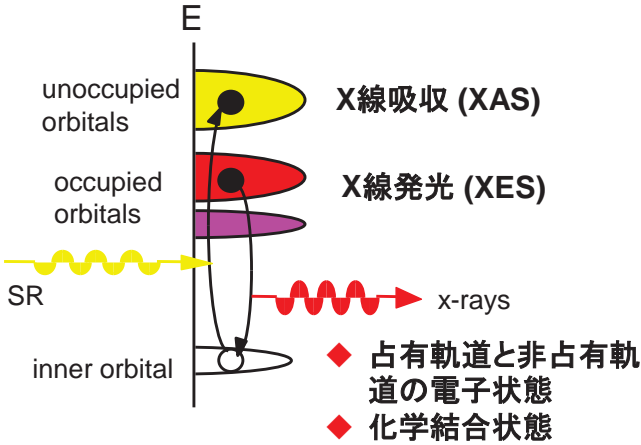
40歳，炭素材料学会での最初の発表 [2000]

炭素材料の電子構造解析手法としての放射光
励起軟X線発光吸収分光法
村松康司,第27回炭素材料学会年会, 3C06 (2000)

『最新の炭素材料実験技術(分析・解析編)』
炭素材料学会編(サイペック, 2001)

- 第1章 偏光顕微鏡 (Polarizing Microscope)
- 第2章 走査電子顕微鏡 (SEM)
- 第3章 透過電子顕微鏡 (TEM)
- 第4章 走査型トンネル顕微鏡・原子間力顕微鏡
- 第5章 X線粉末回折法 (XRD)
- 第6章 電子回折法 (Electron Diffraction)
- 第7章 小角X線散乱法 (SAXS)
- 第8章 フーリエ変換赤外分光法 (FT-IR)
- 第9章 ¹H, ¹³C核磁気共鳴法 (1H, 13C-NMR)
- 第10章 ⁷Li核磁気共鳴法 (7Li-NMR)
- 第11章 ラマン分光法 (Raman)
- 第12章 電子スピン共鳴法 (ESR)
- 第13章 紫外光電子分光法 (UPS)
- 第14章 X線光電子分光法 (XPS)
- 第15章 オージェ電子分光法 (AES)
- 第16章 電子エネルギー損失分光法 (EELS)
- 第17章 二次イオン質量分析法 (MS)
- 第18章 加速器分析 (Accelerator-based analysis)

放射光軟X線発光・吸収分光法で炭素材料の
何がみえるか?



聴衆は全く反応なし!

2001年当時，炭素材料学会では炭素材料の分析
に放射光の“ほ”の字も無し!

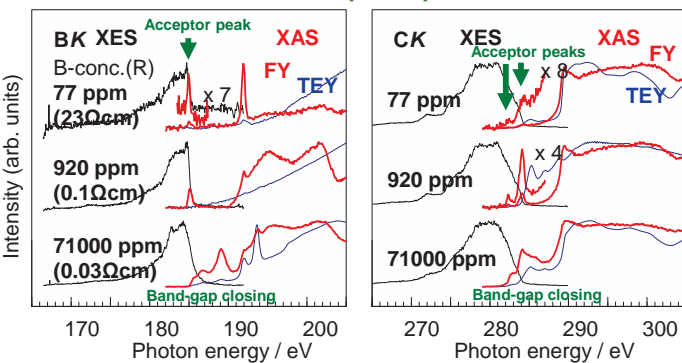
炭素材料の分析例

ホウ素注入ダイヤモンドのバンドギャップ構造

J. Iihara, Y. Muramatsu, T. Takebe, A. Sawamura, A. Namba, T. Imai, J. D. Denlinger, and R. C. C. Perera, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 44, 6612-6617 (2005).

Y. Muramatsu, T. Takebe, A. Sawamura, J. Iihara, A. Namba, T. Imai, J. D. Denlinger, and R. C. C. Perera, *X-Ray Spectrom.*, 36, 162-166 (2007).

Y. Muramatsu and Y. Yamamoto, *Diamond Relat. Mater.*, 39, 53-57 (2013).



低濃度B注入ダイヤモンドはダイヤモンド格子の炭素と置換固溶して半導体。
高濃度B注入ダイヤモンドは、Bクラスターが格子欠陥に挿入されて金属。

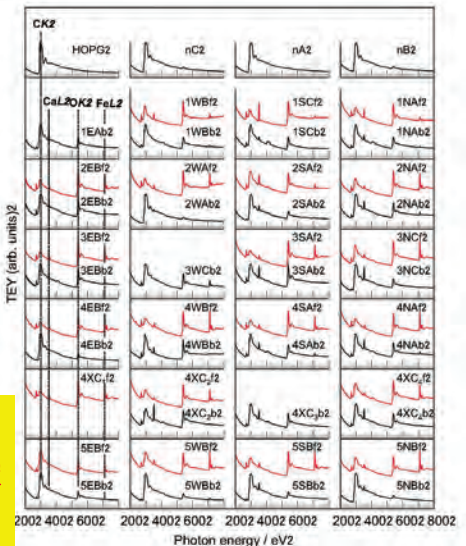
姫路城いぶし瓦の劣化評価

姫路城「平成の大天守保存修理」 2009~2015



村松康司, 古川佳保, 村上竜平, 小林正治, Eric M. Gullikson, *X線分析の進歩*, 45, 149-171 (2014).

村上竜平, 村松康司, 小林正治, *X線分析の進歩*, 45, 173-180 (2014).



再利用されるほとんどの瓦には“いぶし膜”(熱CVD炭素膜)が保持されている。

放射光軟X線分光分析と理論解析による炭素材料の解析技術の提案

- ◆ バンドギャップ構造解析
- ◆ 炭素六角網面構造の局所構造解析
- ◆ B/C, N/C, O/C, B/C/Nの局所構造解析
- ◆ sp^2/sp^3 炭素の定量分析
- ◆ 絶縁性フィルム材料の分析
- ◆ CとOのX線質量吸収係数の絶対計測

炭素材料学会年会での発表件数

年	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
件	1	1	1	1	2	1	2	1	4	4
	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
	6	4	8	3	5	7	4	1	5	4
	'20	'21	'22	'23	'24	計				
	1			2	2	70				

炭素材料関連研究会での招待講演: 4件
2007年, 2011年, 2019年, 2024年

- ◆ 炭素材料分野への放射光軟X線分析の導入に成功。
- ◆ 多くの研究者・企業が炭素材料の軟X線分析に興味をもち、数多くの共同研究に進展。

いけるはずだと思ったら、やり続ける

“X線”の検索

青字は『カーボン用語辞典』(炭素材料学会監修, 2000年)に掲載の用語

赤字はWEB版『新カーボン用語辞典』(炭素材料学会監修, 2014年)

X線マイクロアナライザー

X線応力測定法

X線回折(XRD)

X線吸収端構造 (XANES)

X線光電子分光法(XPS)

X線透過能

X線粉末図形

エネルギー分散X線分光法(EDS or EDX)

学振法(炭素のX線回折)

蛍光X線分析法(XFA)

広域X線吸収微細構造(EXAFS)

高温X線回折

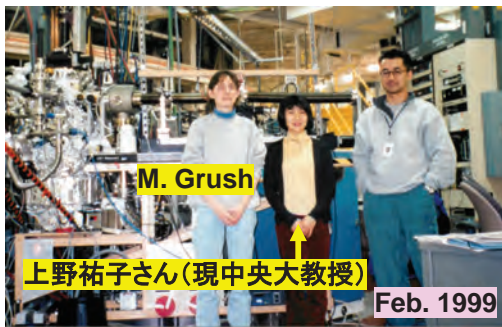
小角X線散乱

デバイの式(小角X線散乱)

電子プローブX線微笑部分析装置(EPMA)

1998年以降, パワーユーザーとしてALSの継続利用

BL-8.0.1@ALS(1999年2月)



年	'98	'99
回数	3	3
日数	17	15

'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
4	4	6	6	4	3	5	4	5	4
16	17	24	25	15	15	18	12	13	17

'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
5	5	6	4	4	5	6	4	5	4
16	20	21	16	23	21	24	12	19	17

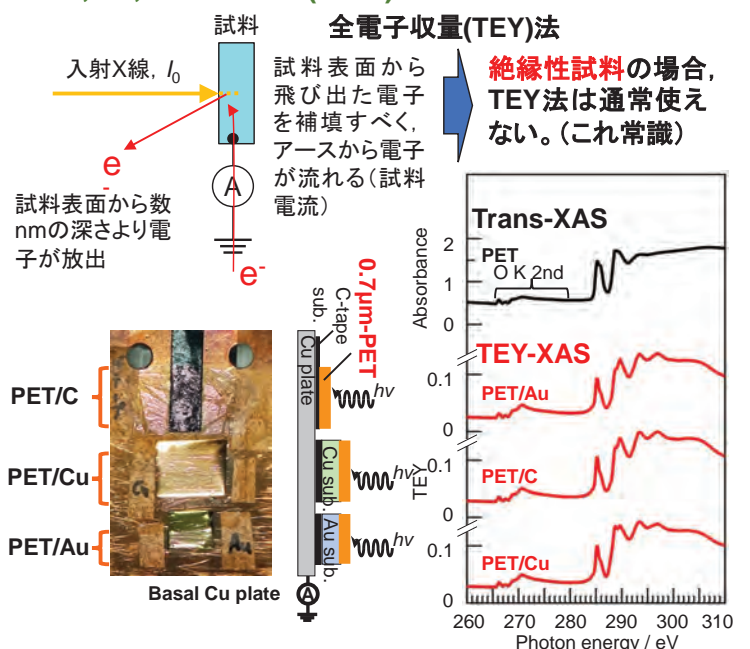
'20	'21	'22	'23	'24	計
				1	100
				4	397

コロナ禍

多くの学生をALSにつれてゆく

導電性基板密着法の開発

Y. Muramatsu and E. M. Gullikson, *Anal. Sci.*, 36, 1507-1513 (2020).



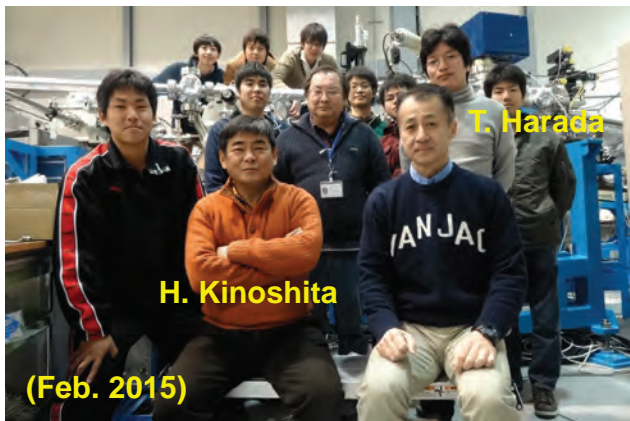
膜厚が数十μmオーダーの絶縁性膜試料であれば、導電性基板に密着させるだけで膜厚方向に流れる試料電流を計測できる(導電性基板密着法)
⇒ 応用範囲が拡大(絶縁性フィルム, ソフトマター)

45歳～， 兵県大で放射光軟X線分析技術の開拓と普及 [2005 -]

BL10/NewSUBARU

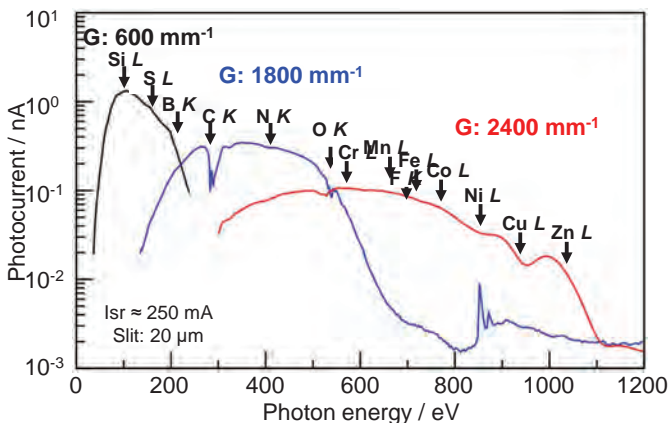
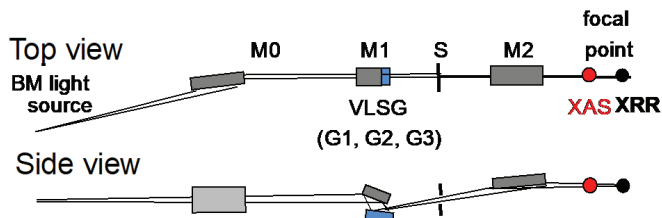
X線反射率測定(XRR)

X線吸収測定(XAS)

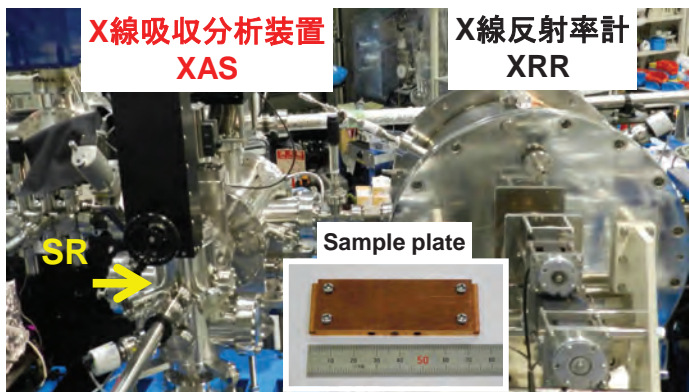


BL10の高度化

- Adv. X-Ray Chem. Anal. Japan, 43, 407-414 (2012).
- Adv. X-Ray Chem. Anal. Japan, 44, 243-251 (2013).
- Adv. X-Ray Chem. Anal. Japan, 45, 269-278 (2014).
- Adv. X-Ray Chem. Anal. Japan, 46, 317-325 (2015).
- J. Photopolym. Sci. Technol., 28, 531-536 (2015).

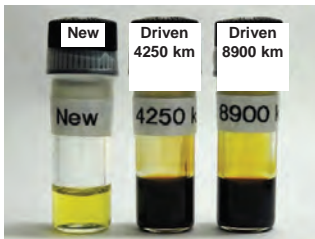


軟X線吸収分析装置の開発@BL10/NewSUBARU

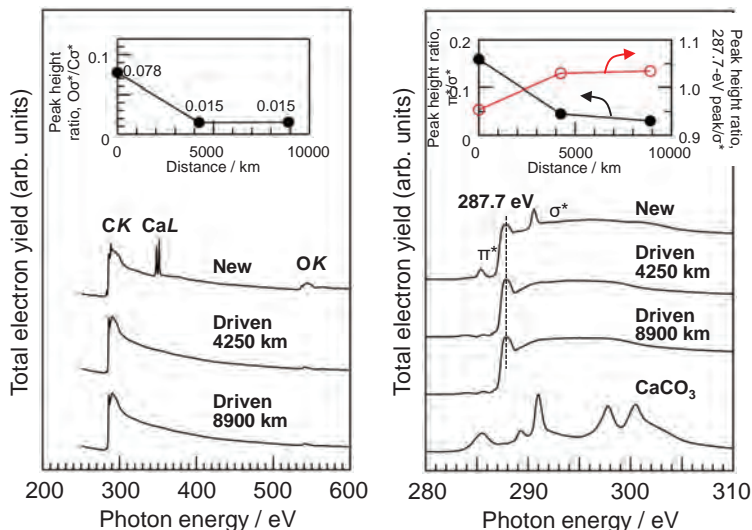


エンジンオイルの劣化分析

Adv. X-Ray Chem. Anal. Japan, 45, 269-278 (2014).



真空装置に直接エンジンオイル試料を導入して全電子収量測定



NSの特長を活かすのは何か？

⇒ 私がこれまでやってきた軽元素C, N, Oの材料分析

多くの人 avoids が、将来性があることは何か？

⇒ 真空低下を起こす“汚い”材料の分析

エンジンオイルの劣化は重合劣化

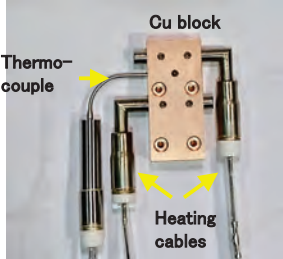
ギリギリの真空まで攻める試料加熱in-situ XANES測定 31/55

XAS装置に試料加熱機構を導入して試料加熱in-situ XANES測定

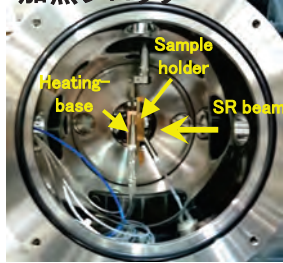
Y. Muramatsu, K. Hiramatsu, K. Mae, and K. Sakamoto, *Anal. Sci.*, 38, 717-723 (2022).

【目的】 砂糖の広い融点変動 (140 - 190°C)の解明

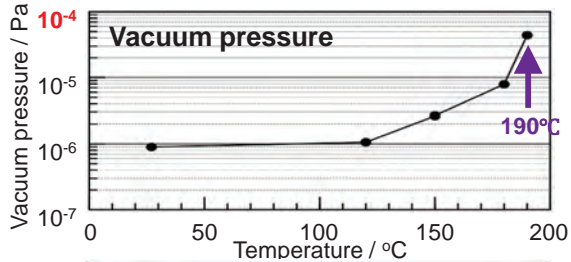
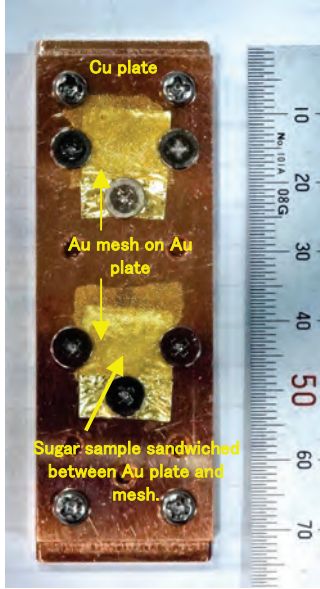
(a) 加熱ブロック



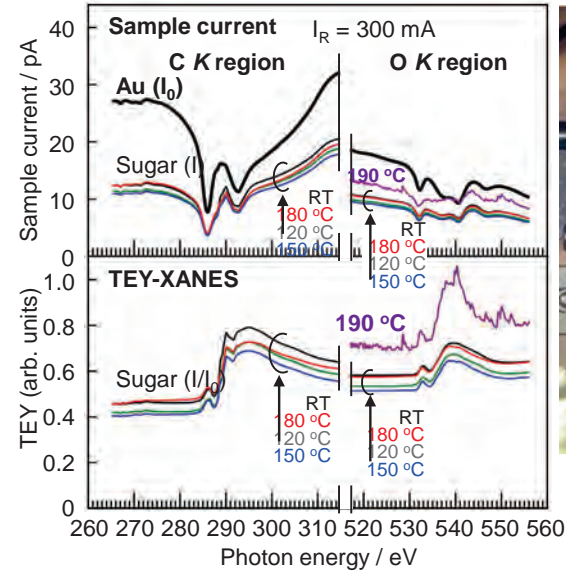
(b) XAS装置内の加熱ブロック



(c) 試料プレート



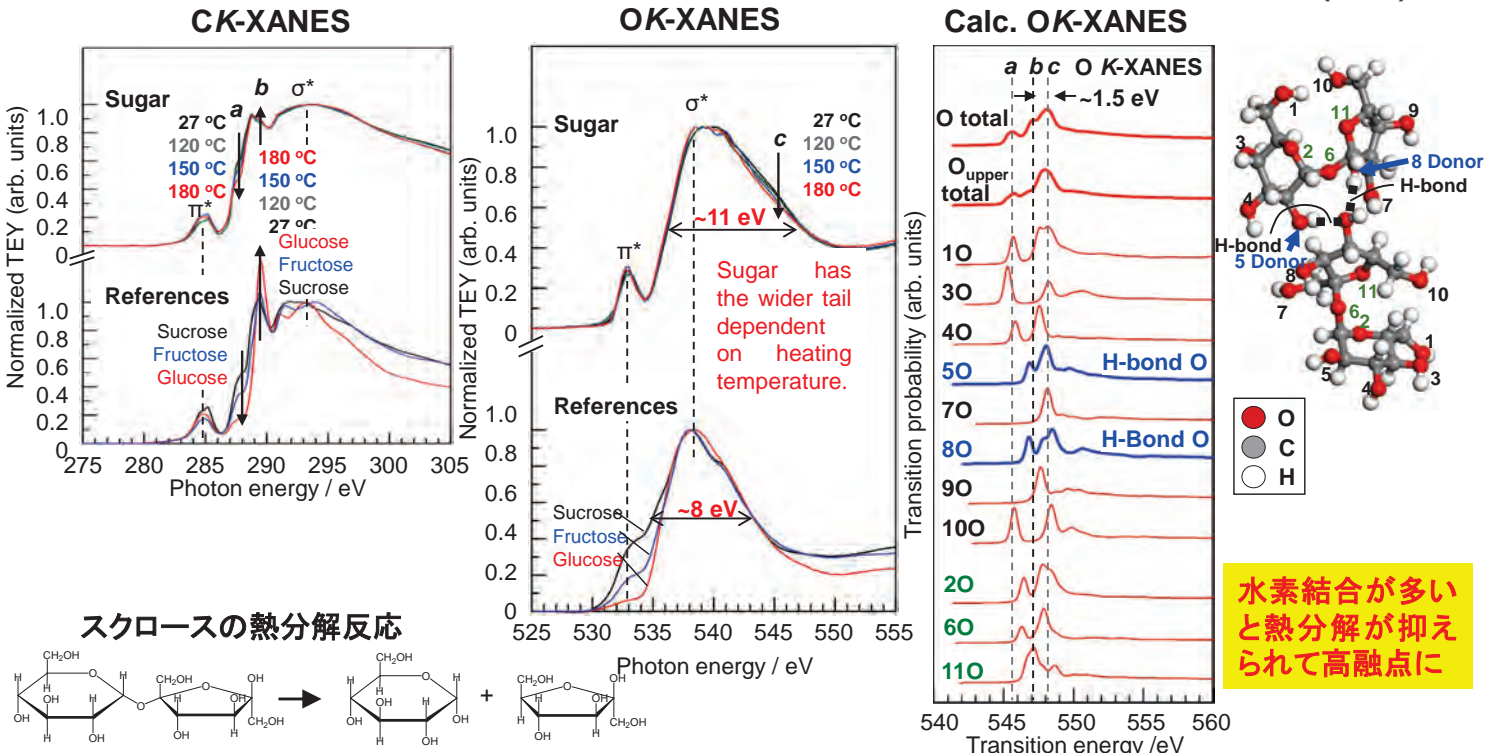
190°Cで加熱して熱分解するグラニュー糖。
普通はこんな実験を行ってはいけない。



砂糖の熱分解挙動の観察 32/55

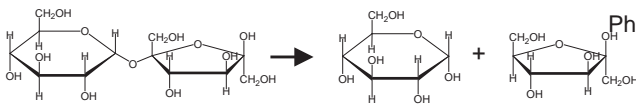
スクロース分子間の水素結合のXANES理論解析

K. Hiramatsu, K. Mae, and Y. Muramatsu, *e-J. Surf. Sci. and Nanotechnol.*, 21, 300-304 (2023).



水素結合が多いと熱分解が抑えられて高融点に

スクロースの熱分解反応



Sucrose
(C₁₂H₂₂O₁₁)
mp: ~186 °C

Glucose
(C₆O₆H₁₂)
146~156 °C

Fructose
(C₆O₆H₁₂)
103~105 °C

◆ トンデモナイ実験で長年の問題を解決
◆ 利用希望者が来る

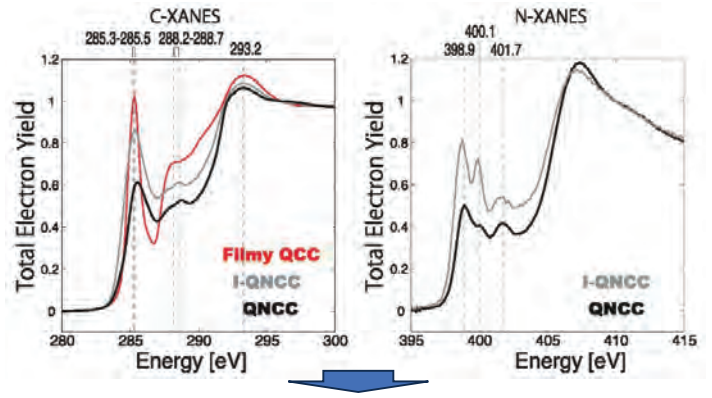
軟X線吸収分析の技術普及,その先へ

工業炭素材料の分析で多くの企業と共同研究

宇宙関連試料のXANES分析

I. Endo, I. Sakon, T. Onaka, Y. Kimura, S. Kimura, S. Wada, L. A. Helton, R. Lau, Y. Kebukawa, Y. Muramatsu, N. Ogawa, N. Ohkouchi, S. Kwok, *Astrophys. J.*, 917, 103 (2021).

三菱化学, 三菱レイヨン, 積水化学工業, 旭化成, ダイセル, 住友電工, 東海カーボン, 御国色素, 東洋タイヤ, 横浜タイヤ, ブリジストン, 豊田中央研究所, トヨタ自動車, 住化分析センター, 東レリサーチセンター, リガク 他



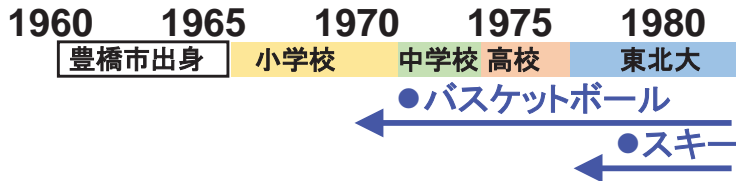
- ◆ Amorphous Carbon
- ◆ Activated Carbon
- ◆ Graphitic Carbon
- ◆ Carbon Films
- ◆ Carbon Fiber
- ◆ Diamond-like Carbon
- ◆ Diamond Semiconductor
- ◆ Nano-Diamond
- ◆ B/C/N Composite
- ◆ C/N Composite
- ◆ Organic Materials
- ◆ Oil
- ◆ Polymer
- ◆ Rubber
- ◆ Ionic Liquid
- ◆ Foods etc.

月面での人類の長期滞在に向けた材料開発に資する材料分析
 ⇒ 月面と同じ環境下でのXANES分析

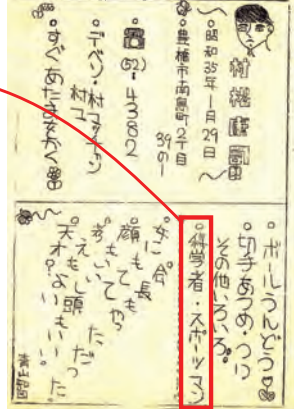
- ◆ 軽元素材料(C, N, O etc.)
- ◆ 温度変化 ±200°C
- ◆ 真空下
- ◆ 耐放射線

私のドラマ

- 小学校卒業文集に将来は**科学者・スポーツマン**を書く。
- 中学校で研究第一主義の**東北大に行きたい**と思う。バスケット部。
- 高校もバスケット部。「文武両道あたりまえ、**文武遊やって立派な高校生**」
- 大学もバスケット部。**七帝戦を戦う**。企業での**研究職をめざす**。



小学校卒業文集



- **研究者の道を歩みはじめる**
- **30歳代, 放射光で生きると決める**
- **軟X線分光分析技術を開拓**



放射光軟X線ビームラインの建設

分析”科学”を展開

NTT 軟X線発光分光



炭素材料の軟X線分析科学



工業炭素材料の軟X線分析技術開拓

宇宙材料 DB

NTT通研・NTT東京バスケット部 高工研バスケットボール同好会の創設 東北大バスケット部OB会副会長

スキー





学部4年時1981年の七帝戦 @東京駒沢オリンピック体育館



1996 所沢XAX

2016年~現在, 東北大学バスケ部 OB会副会長



2017 Kauai/Hawaii

ランニング(1998年頃~)

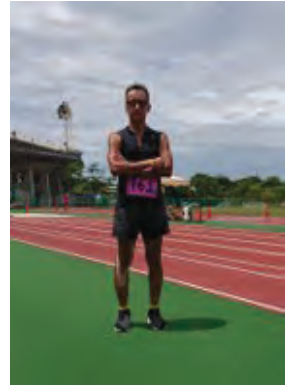
2017四万十川U100k

2017六甲キャノボP112k

2019富士五湖U100k

2019天竜川U225k

2022神戸24h耐久



ランニングレース出場記録 (2024年12月時点, DNFも含む)

- 初出場大会; 第9回所沢シティ 5k (1998)
- 総数 275回
- ハーフマラソン 23回
- フルマラソン 30回
- ウルトラマラソン 14回
- トレイルレース 64回 (六甲全縦を含む)



完走メダル

ちょっとした表彰状



1999/11/28 第19回つくばマラソン, 最初のフルマラソン



項目	記録	順位
性別	男性	19975
年齢	25歳	19975
種別	フルマラソン	19975
完走時間	4時間03分21秒	19975
完走距離	2596.6km	19975
完走ペース	2:56/km	19975

2017年2月26日 石見利勝



2017/10/15 第23回四万十川ウルトラマラソン, 100km, 最初の100kmウルトラマラソン



2019/04/21 第29回チャレンジ富士五湖ウルトラマラソン, 4Lakes 100km



2017/11/19 Berkeley Half Marathon, 海外のマラソン

日々のトレーニング

37/55



書写キャンパス

書写キャンパス3周
距離 3.3(1.1x3)km
上昇量 44(14.5x3)m



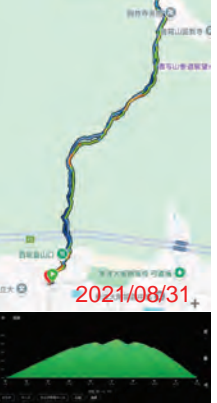
2021/08/28

坂道インターバル3本
距離 2.4(0.8x3)km
上昇量 56(18.6x3)m



2021/09/02

書写山西坂参道往復
距離 4.4 km
上昇量 298 m



2021/08/31

夢前川5K
距離 5.8 km
上昇量 9 m



2021/09/29

夢前川(バイク)15K
距離 15.3 km
上昇量 35 m



2024/12/15



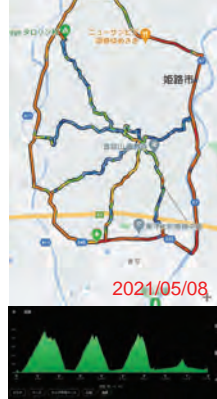
書写山西坂

書写山六参道完全走破
距離 25.5km
上昇量 1814m



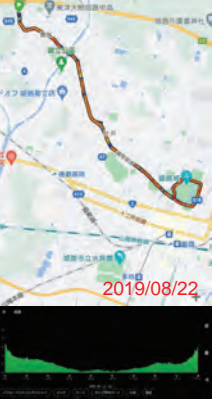
2021/05/02

書写山六参道一周
距離 33.6km
上昇量 1125m



2021/05/08

姫路城往復
距離往復 15.0km
上昇量 36m



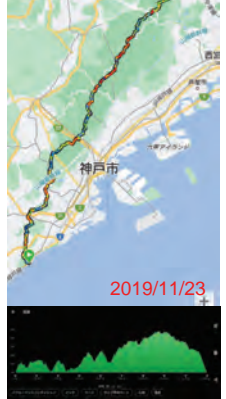
2019/08/22

SPring-8往復
距離往復 57.4km
上昇量 408m



2021/05/22

六甲全山縦走
距離 45.1km
総上昇量 2741m



2019/11/23

村松研のイベント(学生教育と自身の鍛錬・楽しみ)

38/55

【基本的考え】

文武両道あたりまえ、**文武遊友裕**やって一人前



GoEAST (2016~2024年, 16回実施)



第16回GoEAST
2024年10月13日深夜零時@大手前公園

兵庫県立大学工学部応用化学専攻村松研究室 presents
Push forward in tough spirit
16th The last GoEAST
Since 2016 これが最後のGoEAST
2024 Oct. 13(Su) AM0:00~
参加費無料!
ただしクセが強いオリビナル参加賞
がイランと言っても過言ではありません
三宮 60km
西宮75km
大坂 90km
初級: 6時間60<
中級: 40km/7550
上級: 100km/10550
支那見習: 80km/主戦
支那: 100km/主戦
位入: 120km/主戦
神: 135km以上/主戦

第1回 2016年10月8日(土)



第15回 2024年4月27日(土)



第1~16回GoEAST

参加者総数: 301名
最年少者: 小学5年生
最高齢者: 85歳

第12回 2022年10月8日(土)



変態倶楽部入会証



村松康司 (2017) 野村真也 (2017)
豆崎実夢 (2023) 山田咲樹 (2023)
井出善心 (2024)

参加賞



リレーマラソン
(2008~2019年, 22回実施)



六甲山トレッキング
(2014~2022年, 10回実施)



スキー・スノボツアー
(2008~2020年, 12回実施)



六甲山氷瀑ツアー
(2013~2024年, 8回実施)



花見@姫路城
(2010~2024年, 12回実施)



暑気払い@ビアガーデン
(2008~2024年, 14回実施)



BBQ
(2007~2024年, 16回実施)



動くパイロットゼミ
(2010~2024年, 100回実施)



62~64歳, GoEAST/WEST2022-2024

門司/下関~(姫路)~東京 1200 km走破

兵庫県縦断(姫路~城崎) 105 km走破



2024年

2022年

2023年

門司/下関~岡山
384.8 km/75h16min

岡山~(姫路)~豊橋
453.5 km/76h35min

豊橋~[旧東海道]~東京
349.5 km/61h2min

走行距離: 384.8 km + 453.5 km + 349.5 km = 1187.3 km

走行時間: 75h16min + 76h35min + 61h2min = 212h53min (延べ31日)



門司港駅



関門トンネル



錦帯橋



厳島神社



岡山駅



姫路駅



京都駅



国道1号線日本橋から400km@四日市



名古屋駅



大井川の川越



薩埵峠



三島駅



箱根関所



小田原城



日本橋



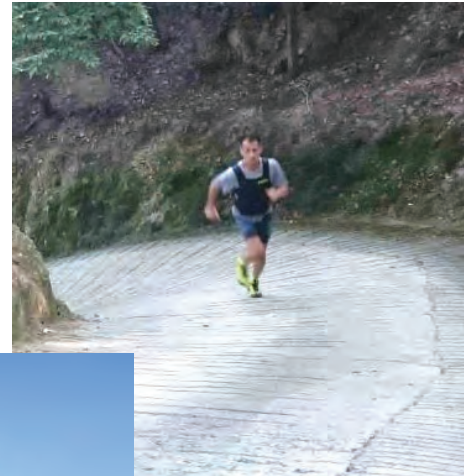
東京駅

ワンゲル部OB会報(2017)

ワンダーフォーゲル部の顧問就任にあたり

兵庫県立大学工学研究科応用化学専攻 村松康司

日課として書写山西坂を走っている。(中略) その場で私に顧問になってもらえないかと打診された。今まで私とワンゲル部との接点は全くなかったが、たまたまこのアウトドア(?)で出会ったのも何かの縁と、よろこんで顧問を引き受けることにした。(中略) **ワンゲル部の学生は日常生活から離れて自然の中で様々な経験をする。安全の上に立ったうえで、心から本気になって自然と対話し、自身の可能性を広げることを期待したい。**



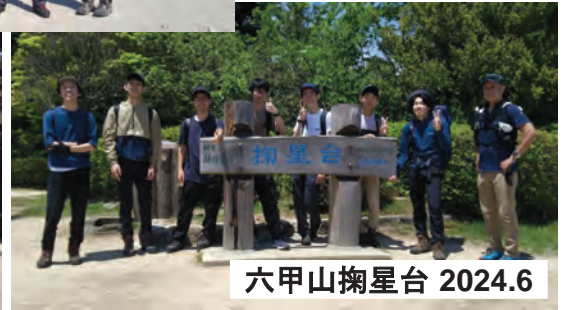
六甲山水瀑2023.1



六甲山最高峰 2023.4



書写山円教寺 2024.4



六甲山掬星台 2024.6

「長」のつく学内管理業務

物質系工学専攻長 (2012-2013)

- ◆ 名称変更(組織改編)に奔走

産学連携機構 副機構長 (2011-2012)

- ◆ 神戸から姫路への本部移転に奔走
- ◆ 産学連携機構の本格的HP開設
- ◆ 広報媒体の新規発行(研究者マップ, シーズ集)

安全委員長, 経理委員長 (2014-2015)

- ◆ 消防訓練の再開

広報委員長 (2016)

- ◆ 工学部案内の内容見直し

2004(H16)年度		2015(H27)年度	
専攻	部門	学科	専攻
電気系工学	電子情報工学	電気電子情報工学	電気物性工学
	回路・システム工学		電子情報工学
	物性・デバイス工学	機械・材料工学	機械工学
	電力・エネルギー工学		材料・放射光工学
機械系工学	機械工学	応用化学工学	応用化学
	環境エネルギー工学		化学工学
	機械知能工学		
物質系工学	合成・バイオ		
	物質・エネルギー		
	マテリアル・物性		

■ 研究室を入れ替えた専攻

産学連携機構 広報媒体



消防訓練



工学部案内2018



数字でみる本学着任後20年間の村松の研究教育実績

- ◆ 学術論文(査読付): **106件** (うち学生筆頭**25件**)
- ◆ 国内学会発表: **541件** (うち学生筆頭**341件**)
- ◆ 国際会議発表: **108件** (うち学生筆頭**37件**)
- ◆ 競争的資金: まあまあとってきました
- ◆ 共同研究等の関連企業: 三菱化学, 三菱レイヨン, 積水化学工業, 旭化成, ダイセル, 住友電工, 東海カーボン, 御国色素, 東洋タイヤ, 横浜タイヤ, ブリジストン, 豊田中央研究所, トヨタ自動車, 住化分析センター, 東レリサーチセンター, リガク 他
- ◆ 研究室で教育指導した学生数: 学士 130人, 修士 73人, 博士 2人
- ◆ 学会等での学生の受賞: **56件**
- ◆ 海外(放射光実験@ALS, 国際会議)に連れて行った学生: **のべ40人**



No. 176 2005. 8

兵庫県立大学/姫路工業大学
University of Hyogo/Himeji Institute of Technology

新任紹介 新たな環境での放射光軟X線分光研究

工学研究科物質系工学専攻 村松 康司

西播磨研究学園都市にある日本原子力研究所(原研)関西研究所/SPRING-8から、本年4月に工学研究科物質系工学専攻に赴任しました村松康司と申します。原研/SPRING-8には5年間在籍し、この間、姫路市内から通勤していたこと、運携大学院の客員教官として本学理学研究科の教壇に立っていたことから、姫路の文化や兵庫県立大学には親しみがあります。首都圏から姫路に来て6年めになりますが、温暖で自然に恵まれたこの地域が今ではとても気に入っています。

さて、私は1980年代半ばにシンクロトロン放射光の分光研究に着手し、NTT研究所在籍時の16年と原研/SPRING-8での5年を合わせた約20年を放射光軟X線分光研究に打ち込んできました。具体的には、物質を構成する原子・分子の電子状態や化学結合状態を詳細に解析する手法を確立するため、放射光軟X線発光・吸収分光法の基礎研究と、機能材料の分析応用研究を進めてきました。こ



2005. 8 No.176



これらの研究は、高エネルギー加速器研究機構(つくば)のPhoton Factory、NTT-SOR施設、米国家ローレンスバークリ国立研究所のAdvanced Light Source(ALS)、SPRING-8等の放射光施設を利用して行なってきました。

都合の良い施設です。また、工学研究科では興味深い先端機能材料が日々開発されており、研究対象材料にも事欠きません。このような恵まれた研究環境を大いに活用するため、今後は学内での組織横断的な情報交換や産学連携を積極的にはかり、これまで以上に放射光軟X線分光研究の成果をバンバン生み出して行きたいと思えます。

兵庫県立大学はニュースパルという国内最大規模の軟X線中型放射光施設を所有しています。これは私の放射光軟X線分光研究を進めるうえで、非常に

(むらまつ やすじ)

本学着任時に語ったことは概ね達成

海外に連れて行った学生

赤字: ALS, 青字: 国際会議

年	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14
学生	上田B4 服部B4	上田B4 上田M1 野澤B4 上田M1*	上田M2 鎌本B4	鎌本M1 天野M1 久保田M1	下村M1 井上M1 花房M1 秋田M1 片山M1	天野M2 井上M1 花房M1 井上M2* 天野D1* 中安M1*	天野D2 中安M2 城田M1 濱田M1 古川B4	西谷M2 大江M2	植村M1 村上M1	村山M1 南部M1
	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24
	岡田M2*	大内M1 太田M1		平井M1 吉田M1		コロナ禍				豆崎M2 山田M2

ALS
35人

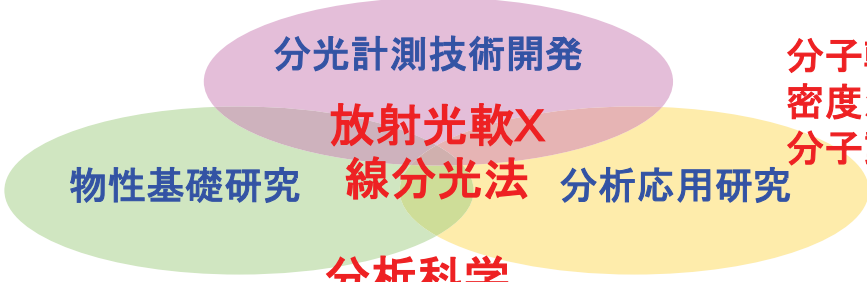
国際会議
5人



研究体系

放射光実験 ← 実験と理論は物質科学の両輪 → 理論計算

NewSUBARU
ALS/LBNL(米)
SPring-8
NTT-SOR
PF/KEK



分子軌道計算
密度汎関数理論計算
分子動力学計算

学术界への貢献

産業界への貢献

【関連学協会】
日本放射光学会, X線分析研究懇談会, 炭素材料学会, DV-X α 研究協会, XAFS研究会, 日本分析化学会, 日本表面真空学会, 応用物理学会, 日本化学会, 黒鉛化合物研究会, 日本金属学会, 日本鉄鋼協会

【共同研究等の関連企業】
三菱化学, 三菱レイヨン, ダイセル, 住友電気, 東海カーボン, 御国色素, 積水化学工業, 旭化成, 東洋タイヤ, 横浜タイヤ, ブリジストン, 豊田中央研究所, トヨタ自動車, 住化分析センター, 東レリサーチセンター, リガク 他



振り返って思うこと

スティーブ ジョブズ 『スティーブ ジョブズ名語録(PHP文庫)』

- コンピュータに進んだのは、**やっている人がほとんどいない領域だったからだ。**
- 創造性というのは**ものごとを結びつける**ことにすぎない。
- 何が起るかをぴたりと当てることはできない。しかし、**どこへ向かっているかを感じる**ことはできる。
- Journey is the reward. 終着点は重要ではない。**旅の途中でどれだけ楽しいことをやり遂げていけるか、そちらのほうが大事**なんだ。
- **自分がやりたいこと。**ベストを尽くして失敗したら、**ベストを尽くした**ってことさ。

朝日新聞デジタル連載「新世AI」 2024年5月26日

AIがすべて答える時代になったら「研究者は何をしたらいいのか」
理研の高橋恒一チームリーダーは、**AI時代の研究者の役割は「面白いこと」**だとい
う。「科学は人がこの世界を理解しようとする意図で行うもの。何を面白いと思って、
研究対象を選択するのか。それは最後まで人間の仕事として残ると思う」

ほぼ同じことを思う

私の言葉（自身に向けて言っていること）

- ① 気合、根性、思いやり
- ② 文武両道あたりまえ文武遊友裕やって一人前
- ③ シンドイと書いてありがたいと読む
- ④ もうダメだと思ったところから始まる
- ⑤ 走ればわかる、走ればかわる
- ⑥ 意味がないからこそ意味がある
- ⑦ ポジティブ、アクティブ、プロダクティブ
- ⑧ 私の辞書に疲れたと忙しいはない
- ⑨ 私の辞書にエレベータとエスカレータもない
- ⑩ お酒と書いてエナジードリンクとよむ
- ⑪ オモロイはまだまだ、トンデモナイといわれるようになれ

大切だと思うこと

- ◆ 多くの人がやっていることはやらない。
- ◆ 遠くをみる。そこに向けて現状を柔軟に動く。
- ◆ 大切なのは人とのつながり、コミュニケーション。

次世代へのメッセージ

- ◆ トンデモナイ人だと言われるようになれ。
- ◆ いつまでもあると思うな体力・知力。（最後は気力。）
- ◆ 遠くをみて自分がやりたいことを楽しくやり続けられれば、きっと良いドラマを展開できる。

男のなかの男

『花神』 司馬遼太郎
 『坂の上の雲』 司馬遼太郎
 『空海の風景』 司馬遼太郎
 『七帝柔道記』 増田俊也

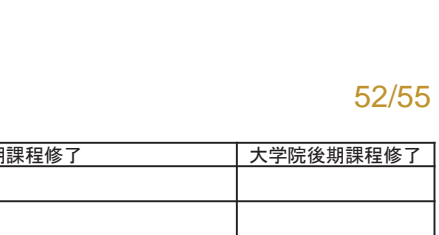
トンデモナイ人

『伊能忠敬』 童門冬二
 『走る人』 岡崎圭
 『シルクロード9400km走り旅』 中山嘉太郎
 『魂のゆくえ』 間寛平
 『大峯千日回峰行 修験道の荒行』 塩沼亮潤
 『青春を山に賭けて』、『極北に駆ける』 植村直己

感謝

(敬称略)

- **物質計測化学研究室の学生・卒業生**
- **兵庫県立大学:** 西岡洋, 木下博雄, 原田哲男, 松尾吉晃, 工学研究科教職員, ワンダーフォーゲル部学生・OBOG 他
- **関連学会:** 日本放射光学会, X線分析研究懇談会, 日本分析化学会, 炭素材料学会, DV-Xα研究会, XAFS研究会, 日本真空表面学会, 日本応用物理学会, 日本化学会, 日本鉄鋼協会, 日本金属学会 他
- **共同研究企業:** 三菱化学(三菱レイヨン), ダイセル, 住友電工, 東海カーボン, 御国色素, 積水化学工業, 旭化成, 東洋タイヤ, 横浜タイヤ, ブリジストン, 豊田中央研究所, トヨタ自動車, 住化分析センター, 東レリサーチセンター, リガク 他
- **Lawrence Berkeley National Laboratory:** R. C. C. Perera, E. M. Gullikson, T. Callcott 他
- **NTT研究所:** 服部誠示, 尾嶋正治, 主に材料分析研究室の先輩・同輩・後輩 他
- **SPring-8/原研およびPhoton Factory:** 前澤秀樹, 松下正, 石川哲也, 野村昌司, 庄司孝(リガク), PFで過ごした仲間たち 他
- **東北大学:** 吉原賢二, 伊澤郡藏, 放射化学研究室および東北大学学友会バスケットボール部の先輩・同輩・後輩 他
- **豊橋時代:** 小学校, 中学校, 高校の恩師・同級生 他



研究室の学生・卒業生

卒年度	学部卒	大学院前期課程修了	大学院後期課程修了
2005(平成17)年度	上田聡, 上山智子, 内田琢也, 洪川勇介, 服部正輝, 丸谷和之		
2006(平成18)年度	鎌本啓志, 日下部香里, 黒石佳和, 近田雄一, 野澤治郎, 松本梓, 横幕剛志	小寺浩史	
2007(平成19)年度	天野泰至, 井澤良太, 荻野芳菜, 久保田雄基, 下村健太, 谷俊介, 舟岡真一	上田聡	
2008(平成20)年度	秋田純一, 井上夏樹, 大石甲, 片山哲也, 花房篤志, 深尾久徳	鎌本啓志, 黒石佳和	
2009(平成21)年度	篠崎由紀恵, 田中裕也, 中安佑介, 堀井省吾, 丸田博之, 吉永朋代	天野泰至, 井澤良太, 荻野芳菜, 久保田雄基, 下村健太	
2010(平成22)年度	五百住優太, 大江剛志, 岡田吉浩, 城出健佑, 濱田明信, 西澤悠祐, 西谷康, 玉谷幸代	秋田純一, 井上夏樹, 大石甲, 花房篤志	
2011(平成23)年度	上田浩司, 神原健吾, 頃安文和, 竹綱一貴, 橋裕志, 古川佳保, 山本悠貴	植田興, 片山哲也, 小西健太郎, 中安佑介, 浜口雄太, 右田翼, 三村泰斗, 吉永朋代	藤井英則
2012(平成24)年度	安藤奈々, 上砂口貴公, 植村智之, 宇根愛理沙, 大槻朱加, 林田旭弘, 本田涼太, 村上竜平	秋田将吾, 大江剛志, 城出健佑, 高松亜美, 玉谷幸代, 濱田明信, 西谷康, 前田勝哉, 森本雅和, 山内裕亮	天野泰至
2013(平成25)年度	岡田融, 久保田政治, 篠原大亮, 南部啓太, 福田拓也, 村山健太郎, 森川優	上田浩司, 神原健吾, 橋裕志	
2014(平成26)年度	荒木優伸, 大内貴仁, 太田雄規, 橋口克樹, 福山大輝, 前田晃佑	植村智之, 林田旭弘, 村上竜平	
2015(平成27)年度	石津岳明, 岩崎久留実, 内田悠斗, 岡田海, 濱中颯太, 野村真也	磯上賢, 岡田融, 南部啓太, 村山健太郎	
2016(平成28)年度	井上 聡, 祖田健太, 田村修一郎, 平井佑磨, 森川直樹, 山崎祐弥, 吉田圭吾	大内貴仁, 太田雄規	
2017(平成29)年度	村上修一, 伍々仁志, 島田祐太郎, 正田寛太, 白井康介, 谷雪奈, 田野遥士, 飛田有輝, 吉澤咲紀	野村真也	
2018(平成30)年度	松本侑也, 竹田紗樹, 前田樹, 元川卓也, 渡邊涼介	濱中颯太, 祖田健太, 平井佑磨, 吉田圭吾	
2019(令和元)年度	岩崎あきほ, 藤本美佑, 増谷公太, 松岡雄大, 丸山瑠菜, 若井宏樹	伍々仁志, 島田祐太郎, 正田寛太, 白井康介, 飛田有輝	
2020(令和2)年度	坂口皓紀, 赤木翔真, 岡本一伯, 瀧本新太, 田中利幸, 平松佳恵, 来光理沙	松本侑也, 前田樹, 元川卓也, 渡邊涼介, 前江杏香	
2021(令和3)年度	伊藤吉人, 宇田真之介, 下垣郁弥, 濱田隆暉, 春川陵, 福本健太	増谷公太, 松岡雄大, 丸山瑠菜	
2022(令和4)年度	榎谷嘉人, 小松真子, 小和乃華, 竹内大樹, 豆崎実夢, 山田咲樹	赤木翔真, 田中利幸, 平松佳恵, 来光理沙	
2023(令和5)年度	森口陽菜, 原田一未, 深瀬奈々, 平子大樹, 江越大輔, 山本雄大, 渡邊光星	宇田真之介, 下垣郁弥, 濱田隆暉, 春川陵, 福本健太	
2024(令和6)年度	岡部希希, 杉浦日南, 山本菜緒	豆崎実夢, 山田咲樹, 平井大智	
卒業・修了生数	学部 130人	博士前期 73人	博士後期 2人

恩師、吉原賢二先生

朝日新聞(夕刊) 2003年3月15日(土)

Science&Technology

「ニッポニウム」はレニウム

当時のデータ、再計算して結論

遺品から新証拠も発見

小川正孝(1865-1930)は、東北大学で化学者として活躍した。その遺品から、ニッポニウム(後のレニウム)の存在を示すデータが再計算された。これは、当時のデータと一致する結果が得られた。小川先生の研究は、ニッポニウムとレニウムの関係を示している。この発見は、化学史に重要な貢献をした。小川先生の研究は、ニッポニウムとレニウムの関係を示している。この発見は、化学史に重要な貢献をした。



小川先生が残された蛍光X線スペクトル写真。吉原先生の解析の結果、これはRe L線であった。

2008年日本化学史学会学術賞
受賞：吉原賢二

ISSN 0386-9512
CODEN: KAKEE 8

化学史研究

第29巻 第4号 2002年
(通巻第101号)

論文 小川正孝・英次郎父子のニッポニウム研究
吉原賢二・中井泉・寺田靖子・梶 雅範 209 (1)



第10回全反射蛍光X線分析国際会議, TXRF(淡路島, 2003)において招待講演をされた吉原先生と村松。

吉原賢二

吉原賢二先生の著作

1. G. B. クック, F. J. ダンカン(共著), 池田長生, 吉原賢二(共訳), 『アイトープ化学の基礎と応用』(共立出版, 1975).
2. 吉原賢二, 『私憤から公憤へ: 社会問題としてのワクチン禍』(岩波書店, 1975).
3. 吉原賢二, 花ヶ前盛明, 『夏戸城のロマン: 現代へのメッセージ 上杉謙信のつわものたちの城と歴史』(真生舎真菜書房, 1999).
4. 吉原賢二, 『科学に魅せられた日本人: ニッポニウムからゲノム、光通信まで』[岩波ジュニア新書 372] (岩波書店, 2001).
5. 吉原賢二, 『化学者たちのセレンディピティー: ノーベル賞への道のり』(東北大学出版会, 2006).
6. 吉原賢二, 雉ノ森イチロー, 『夕映えの杜に』(イーピックス出版, 2009).
7. 吉原賢二, 『卑弥呼から神武へ 日本の古代史を見直す』(文芸社, 2014).
8. 吉原賢二, 『のちの世に伝えるために 東日本大震災、ニッポニウムのことなど』(文芸社, 2016).
9. 吉原賢二, 『私のヒストリア 光る波のように』(文芸社, 2018).
10. 吉原賢二, 『日本の歴史と個人の歴史 事実と真実からのアプローチドラマチックに』(イー・ピックス, 2022).



93歳で亡くなる直前まで
施設で執筆を続け出版

特別感謝

カミさん(美千代)と家族



研究業績一覧は、以下urlの村松康司のresearchmapを参照してください

<https://researchmap.jp/softxray>

