

最終講義

人に支えられた 私の研究生生活(仮題)

2024年3月22日(金)

熊本大学工学部百周年記念館

熊本大学 大学院先端科学研究部 (工)

情報・エネルギー部門 電力・制御分野

准教授 宮内 肇

最終講義

迷惑を
掛けまくった

助けられた
人に ~~支えられた~~
私の研究生生活

2024年3月22日(金)

熊本大学工学部百周年記念館

熊本大学 大学院先端科学研究部 (工)

情報・エネルギー部門 電力・制御分野

准教授 宮内 肇

はじめに

大学での研究生活40年強を振り返ると
多くの人に助けられてきたという思い



本最終講義では、改めてこれまで、

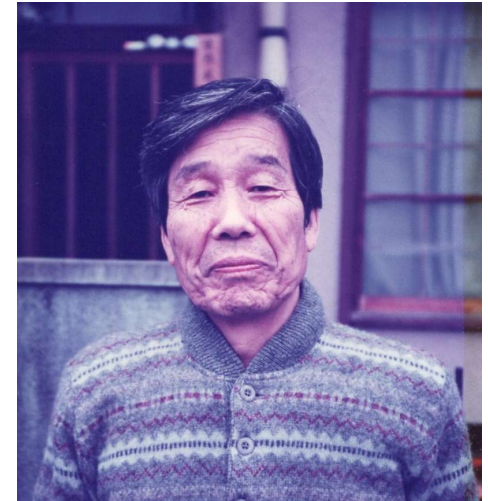
- どういう方とお会いして助けられ（迷惑を掛けて）
- それでどういう研究ができてきたのか

ということをお話ししたいと思っています

父 宮内 武

出会い：この世に生を受けたとき

- 大阪府立大学でIII-V族半導体InAsPやGaInAsの研究（薄緑色の発光ダイオード作成）
- 半導体の結晶構造を「群論」で表そうと考えていた



宮内 武 (1924-1988)

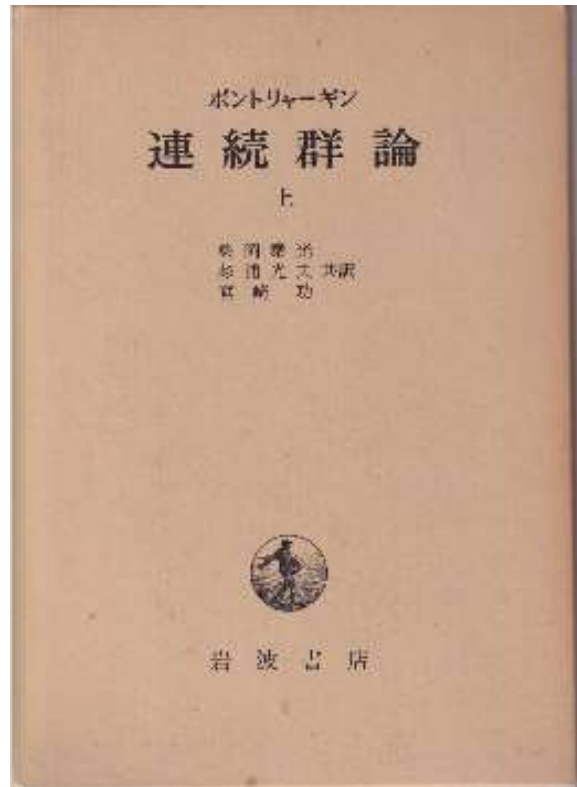
↓

だから、父が「群論」は面白いと言うので、
大学2回生のとき、教養科目「数学7」（群論）を受講

↓

ところが全く理解できず
同じ電気系学科の同級生もどんどん履修放棄
理系全学部対象科目にも関わらず、受講者は数えるほどに

教養科目「数学7」



教科書
ポントリャーギン著
「連続群論（上）」

数十年ぶりに取り出してみたら、使った形跡はほとんどない

証 第 号		成 績									
昭和52年度入学	人文・社会科学					自 然 科 学					
	科 目	系列	単 位	一回生成績	二回生成績	三回生以上成績	科 目	単 位	一回生成績	二回生成績	三回生以上成績
工 学 部	新 学	人	4	85			数 学 1a・b	4	60	65	
	論 理 学	人	4				数 学 2	4	60		
	倫 理 学	人	4				数 学 3a・b	4+4			
	宗 教 学	人	4				数 学 4	4			
	美 術 学 I	人	4		80		数 学 5	2+2			
	文 学	人	4				数 学 6	2+2			
	日 本 文 学	人	4	95			数 学 7	3+0	70	60	
	言 学	人	4				数 学 8	4		74	
	国 語 国 文 学	人	4				数 理 統 計 学	4		63	
	漢 文 学	人	4				数 学 演 習	2		6	
電 気 系 学 科	史 学 概 論	人	4				物 理 学 1	4	98		
	国 史 学 I	社	4	85			物 理 学 2	4	60		
	国 史 学 II	人	4				物 理 学 3	4		85	
	東 洋 史 学 I	人	4				物 理 学 4	4		82	
	東 洋 史 学 II	人	4				物 理 学 5	4			
	西 洋 史 学 I	人	4				近 代 物 理 学	2			
	西 洋 史 学 II	人	4				一 般 物 理 学・回 答 験 1	2		96	
	社 界 史	人	4				一 般 物 理 学・回 答 験 2	2			

教養2回生終了時の成績表
数学7（群論）の成績
前期はなぜか良（全く分からなかったのに）
後期は当然、可

共同研究者 三澤哲也先生

出会い：1978年、教養科目「数学7」を
最後まで耐え抜いて受講した一人
元々は電気系学科の同級生の紹介

現在：名古屋市立大学データサイエンス学部長
当時：工学部数理工学科2回生



三澤哲也先生

専門分野は確率力学系

1980年代後半の一時期、ともに京都大学助手
- 共通講座（工学部全体の教育を担当）

後、2000年頃から25年間近くの共同研究者に

卒研配属

半導体 やりたくない
通信 何で電線のないところへ電気が??



やはりインフラ、電力系の研究室がいい!

林(宗)研 (発送配電工学講座) へ
大澤靖治先生 (現京都大学名誉教授) に師事



林 宗明先生
(1927-2009)

大澤先生、檜山先生、
林敏之様 (電中研) が
林(宗)研の同期(1969卒)



何を今さら古めかしいことをするんだ

まあ地震や雷をテーマにしてりゃ、一生食いっぱぐれんわな



大澤靖治先生

写真引用元：
林先生 洛友会 http://www.rakuyukai.org/kaiho_backnumber/226/10.htm
大澤先生 京都大学工学広報 <https://www.t.kyoto-u.ac.jp/publicity/no54/essay/101qj9>

三谷康範先生

出会い：1982年度の学会？

現在：九州工業大学学長

当時：私は、大澤先生ご指導の下で、
「超電導エネルギー貯蔵装置による
電力システムの安定化制御」

を卒業研究のテーマとしていた。

三谷先生（当時阪大M1）は、私のM1での学会発表を
聞き、同じような研究をしている奴がいると認識



実は、私たちの指導教員が上でつながっていた

写真引用元：

パワーアカデミー <https://www.power-academy.jp/future/rg/rg2010/rg00300.html>



三谷康範先生

文部省科研費エネルギー特別研究

1980～1984年

(1) 計画研究

1000 電気エネルギーの有効利用と高密度化に関する研究(総括班)

京大工 林 宗明 1

1010 極低温・超電導技術の電力機器への応用 京大工 岡田隆夫

- 1. 20kVA超電導発電機の過渡特性
岡田隆夫・仁田旦三・新谷敏朗 1
- 2. 超電導同期発電機の過渡磁界と電磁力
牟田一弥・向井栄一 1
- 3. 押し出しポリエチレン絶縁超電導ケーブルの開発と冷却・通電試験
堀井憲爾・清水教之・小崎正光・長尾雅行 14
- 4. 液体水素による電気絶縁の基礎的研究
田頭博昭・金子良松 20
- 5. 大型超電導マグネット
増田正美・新富孝和 20
- 6. 超電導エネルギー貯蔵装置による電力システムの安定化制御に関する基礎的検討
村上吉繁・辻 毅一郎 30
- 7. 模擬電力システムにおけるSMESの特性
仁田旦三・白井康之・岡田隆夫 36
- 8. 系統安定度からみた超電導エネルギー貯蔵装置の有用性
林 宗明・宮内 肇・大澤靖治 40

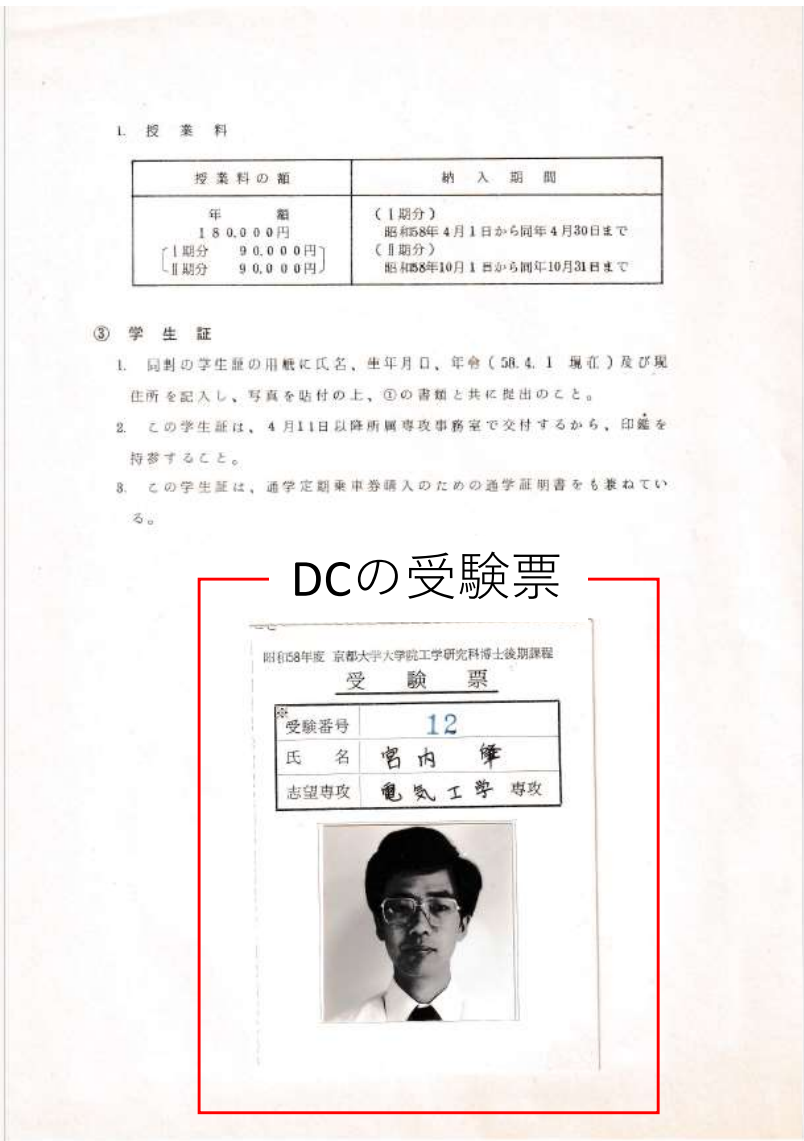
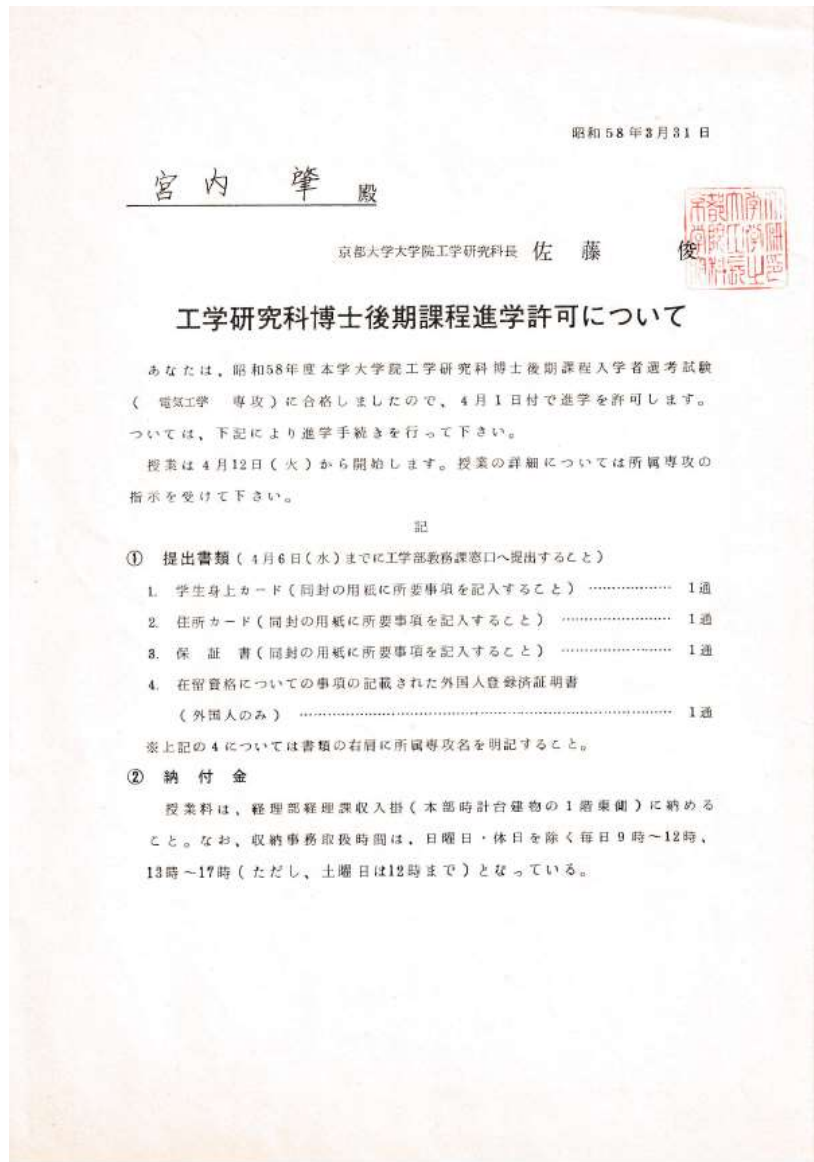
三谷先生と私のボス達が特別研究を通して研究がつながっていると知ったのは恐らくM2の後半?

超伝導エネルギー貯蔵装置による電力システムの安定化制御に関する基礎的検討

三谷先生の指導教員

宮内の指導教員

就職せず博士後期課程へ



京都大学助手に

D2（1984年）の12月頃、林先生に呼ばれ、
4月から一般電気工学講座（共通講座）の助手にならないか
「一週間以内に返事をするように」



お受けすることにし、一般電気工学講座教授の
安陪 稔先生にご挨拶に行ったところ、



安陪 稔先生（1933-2011）

先生の第一声が、
「ああ、君だったんですか」

続く言葉が落胆だったか
安堵だったか忘れまして

※安陪先生はどんな奴が助手になるのか
私が行くまで知らなかったとのこと

写真引用元：

安陪研卒業生滝沢修氏 <https://www.asahi-net.or.jp/~uk9o-tkzw/abeindex.html>

安陪 稔先生

思わしい結果を全然出せなかったので、下記先生の最終講義のテーマにも上がっていません。

安陪研在籍中、次の研究に従事

- ✓ 大型サーボモータの位置決め制御
- ✓ 超電導エネルギー貯蔵装置の電力系統への応用（継続）

博士論文作成のため→1991年1月に学位取得

安陪 稔先生 最終講義（1997年2月28日）

「オペアンプからパワーエレクトロニクスへ」

- 電子管式低速度アナログ計算機
- 磁気ヒステリシス特性のアナログシミュレータ
- オペアンプを用いた負性抵抗要素
- 電気回路における時間経過の逆転
- 熱伝導方程式求解用アナログシミュレータ
- 電気自動車用高効率直流複巻電動機
- 誘導加熱用高周波インバータ
- 天井蛍光灯を利用した自立走行移動体

奨学金の踏み倒し

博士後期課程の2年間
日本育英会から奨学金貸与



当時は、大学教員など
研究職を貸与期間の3倍
勤めれば、特別免除に
(義務教育職は2倍)



博士後期課程進学
の促進、我が国の研究投資として
必要な公費負担ではないか

在職6年で
免除

郵便はがき

6 0 6

オオサカヒカシ局
料金後納
郵便

キヨウトシ サキヨウク ヨシタニ ホンマチ

電気

キヨウト タニカク コウカクフ

ミヤウチ ハシメ 様 62-6

特別免除通知

奨学生番号	免除年月日	特別免除額	特貸分残額
58 ナ52073	91年 8月30日	1740000円	円
貸与総額	返還総額	返還済額	
1740000円	1740000円	円	00042

日本育英会 オオサカシヨ シノウカ

〒540 オオサカシ チノウク ウエマチ A-12
カンセツホシヨウビル ナイ ☎ 06-762-5975

熊本大学へ

1990年代初め

若手の助手・助教授を集められて
「京大に君たちの居場所はない」と

1992年、檜山先生から、研究室の教員を
探しているが誰かいないかとのご連絡
安陪先生ともご相談し、
「私じゃダメですか」と応募

1993年4月～

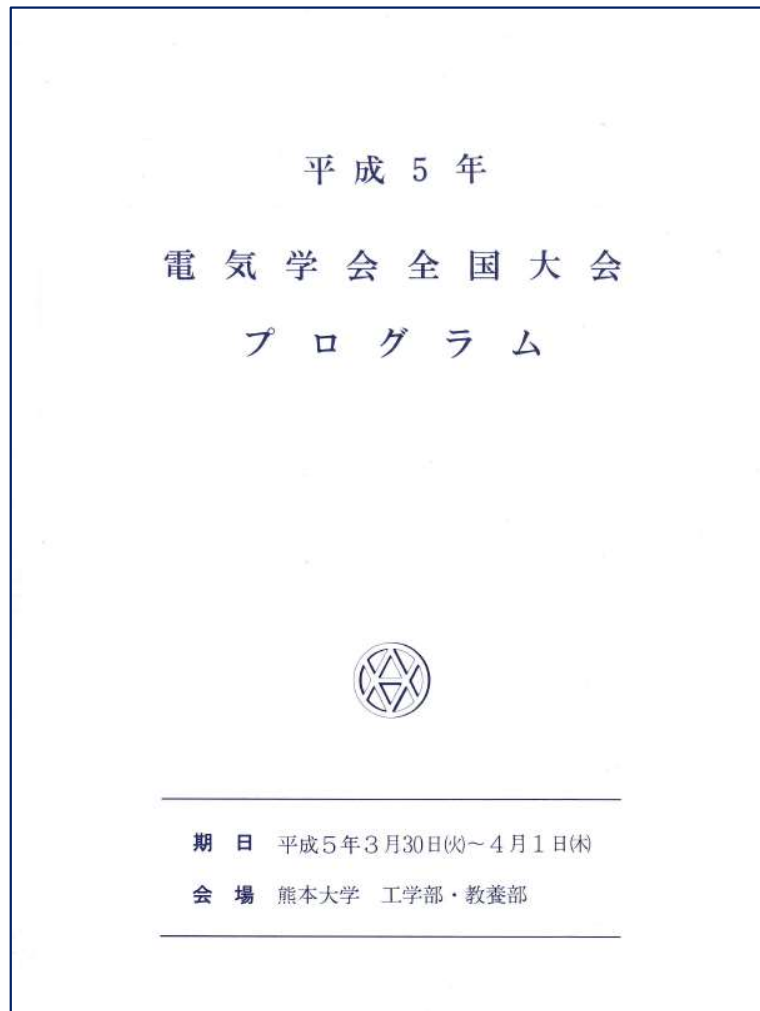
熊本大学助教授として着任
(1月に生まれたばかりの長女を連れて)

大阪を離れたことのない
妻には負担を掛けました



檜山 隆先生

1993年電気学会全国大会



熊本大学で開催
実行委員長

上野文男先生（工学部長）

3月30日

京都大学教員として発表

1140 小規模発電を有する配電システムの
安定度に関する基礎的検討

4月1日

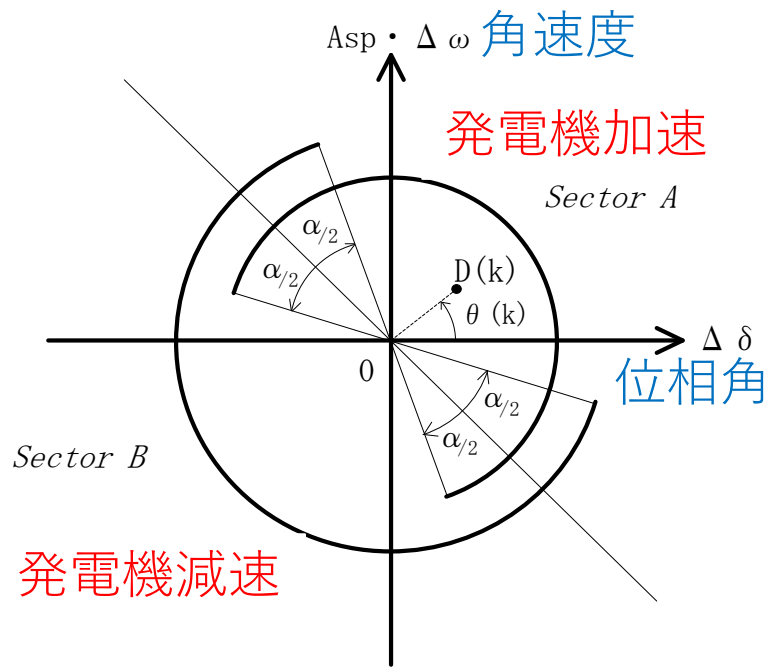
熊本大学教員の辞令拝受



学会会期中に身分が変わる
得難い経験

檜山 隆先生

ファジィ論理型スイッチング制御を提案



超電導エネルギー貯蔵装置による
電力系統の安定化制御に応用

宮内、藤本、山崎、大西、檜山：「SMES有効無効電力のファジィ論理型制御による電力系統安定化制御実験」、電気学会論文誌B, Vol.119, No.11, 1150-1156 (1999).

H. Miyauchi, M. Ohnishi, Y. Yamasaki, T. Hiyama: "Fuzzy logic stabilizing control of power systems by SMES with consideration to loss in inverter unit", Physica C, 1462-1465 (2002).

電力自由化

1990年代に入り、英国、米国一部の州などで導入
電力取引市場の開設

日本

1995年 卸部門にIPP（独立発電事業者）参入

2000年 小売り部門（2,000kW以上）の部分自由化
目的：競争導入による電気料金の値下げ

元々、社会科学との境界領域にも興味

電力システム経済へ

大学教養時代、ほとんどの数学に比べ、人文社会系には優が多かった（参照：スライド5）

Kevin Tomovic先生

University of Tennessee, Knoxville

1999-2000年

熊本大寄附講座客員教授（当時はUniv of Washington？）

2001年5月

カリフォルニア電力市場価格の分析に関する論文を発表
S Vucetic, K. Tomovic, Z. Obradovic, “Discovering price-load relationship
in California electricity market”, IEEE Trans on PS, Vol.16, No.2, pp.280-286.



この論文を三澤哲也先生に紹介
数理統計の観点から見直して論文に

- 宮内、竜口、三澤：「カリフォルニア電力市場価格の回帰分析」
電気学会論文誌B, Vol.124, No.2, pp.199-2006 (2004).

三澤先生との共同研究の開始

三澤先生：数理工学→経済学（名古屋市大の教養部解体に伴い）
宮内：電力システム工学



違う研究分野との共同研究は言語（考え方）の共通化から



勉強会を開催

三澤先生（名市大）、三谷嘉伸氏（中部電力）、宮内

経済理論の応用先を
探していた

京大在籍時の修士大学院生

以来、約25年近く共同研究を展開

リスク鋭感的価値尺度

RSVM (Risk Sensitive Value Measure : リスク鋭感的価値尺度)

プロジェクト価値の評価手法

提案者 : 名古屋市立大学 宮原孝夫名誉教授

1. 確率過程 X に対し、多数のランダムな純現在価値 $RNPV$ を計算

$$RNPV(X) = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i} - I$$

ここで、 CF_i : i 期のキャッシュフロー、 r : 無リスク金利、 I : 投資額

2. $RNPV$ を X と表記する

効用関数 $u(x) = \frac{1}{\beta} (1 - \exp(-\beta x))$ (ただし、 $\beta > 0$) を用いたとき、

$RSVM$ は次式で求められる。

$$RSVM(\beta, \lambda, X) = -\frac{1}{\beta} \ln(E[\exp(-\beta \lambda X)]) \quad \beta > 0$$

ここで、 λ : 事業規模のパラメータ

RSVMの意義

RSVM（リスク鋭感的価値尺度）の特徴

1. 指数型効用関数の効用無差別価値である。それと同時に、確実性等価でもある。したがって、その両者の性質を併せ持っている
2. 凹マネタリ価値尺度の性質を持っている
3. 期待効用による評価と整合性がある
4. **規模に対する最適性**を議論できる
5. 独立加法性を持っている。効用無差別価格の中でこの性質を持つものは、RSVMのみである
6. **分布全体を考慮**した上での、**risk sensitive**な価値尺度である（リスクへの態度は、パラメータ β に入っている）

引用：

宮原孝夫：「プロジェクトの総合的評価理論『リスク鋭感的価値尺度法』、研究叢書第1号、リアルオプションと戦略、Vol.9, No.2（特別号），p.38 (2017).

電気事業の価値評価

UNPV法による火力発電事業への評価

- ✓ H. Miyauchi, K. Miyahara, T. Misawa, K. Okada, “Risk Assessment for Generation Investment based on Utility Indifference Pricing”, CIGRE 2007 Osaka Symposium, 405 (2007).

プロビットモデルによる火力発電事業の評価

- ✓ 廣瀬、宮内、三澤：「リアルオプションを考慮したRNPVプロビットモデルに基づく火力発電事業価値評価」、リアルオプション研究、第5巻第1号、pp.1-18 (2012).
- ✓ J. Sakaguchi, H. Miyauchi, T. Misawa, “Risk Assessment of Power Plant Investment by Three Level Ordered Probit Model Considering Project Suspension”, 2013 IREP, 1-5 (2013).

現在、RSVMによる太陽光発電事業の最適規模や価値を評価

UNPV : Utility indifference Net Present Value

RSVM : Risk Sensitive Value Measure

ESCJ ルール策定WGへの参加

電力系統利用協議会（ESCJ, 2005年発足）

発足に先立って、全国大で系統利用ルールが必要



ルール策定の連系線WGに参加（2004年）

大学教員（少なくとも私）は実際の系統運用について何も知らなかった



- 実際の系統運用を知るいい機会
 - 電力各社の多くの技術者と知り合ういい機会
- 2004年冬はほぼ毎週東京でWGを開催

電力経営問題研究会^(※)

電力中央研究所社会経済研究所主催（2006～2021年[※]）

※研究会名称は数度改名あり

根本二郎先生（名古屋大学教授、計量経済学）

草薙真一先生（兵庫県立大学教授、公法学） など

社会科学系の先生方（電中研の研究者も含め）と知己



電気学会電力系統技術委員会^(※)の委員長（2020～2023）時に
公益事業学会、日本リアルオプション学会と共催で
「電気学会電力系統技術研究会」を開始



最近、電気学会本部にも他学会との協働として認知

- 令和6年全国大会では、公益事業学会とのシンポジウムを開催

熊本地震

前震 2016年4月14日21:26 M6.5 震度5強：熊本市中央区大江
本震 2016年4月16日01:25 M7.3 震度6強

宮内教員室の様子



前震後、15日(金)朝



15日(金)夕方
一応片付け



本震後、16日(土)朝
※やる気が完全に萎えました...

2016年電気学会B部門大会

2016年度電気学会電力・エネルギー部門大会
9月7日(水)～9日(金) 熊本大学で開催予定であった

**平成28年電気学会
電力・エネルギー部門大会**

平成28年
9月7日(水)～9日(金)

熊本大学
黒髪南
キャンパス
(熊本中央区黒髪2-39-1)

大会ホームページ
<http://pes2016.ieej.org>

地震の翌週に
九州工業大学
三谷先生から
同一日程で
九工大戸畑に
会場を確保
とご連絡

**平成28年電気学会
電力・エネルギー部門大会**

平成28年
9月7日(水)～9日(金)

九州工業大学
戸畑
キャンパス
(北九州市戸畑区仙水町1-1)

大会ホームページ
<http://pes2016.ieej.org>

幻の熊本開催ポスター
(本学建築 田中智之先生作成)

渡邊・佐竹両先生に
たいへんなご面倒を

実際に配布したポスター
(田中先生に急ぎ改訂を依頼)

RSVMの供給信頼度への応用

離島システムの供給信頼度評価



従来の電力システムの供給信頼度指標

LOLP (電力不足確率)

EUE (供給支障エネルギー期待値) など



これらはいずれも期待値で表現

共同研究者の三澤先生は、数理統計の立場から

「確率分布のもつ情報を捨てて

なぜ期待値のみで供給信頼度は表現するのか」

と以前から疑問を呈してきた

LOLP : Loss of Load Probability

EUE : Expected Unserved Energy

RSVMの供給信頼度への応用

RSVMの特徴の一つ：「分布全体を考慮した上での」

2017年冬 古川義英氏（2016年度卒、当時M1）

- RSVMによる再エネ発電の事業価値評価を研究中のある日、「RSVMって確率分布を評価できるのなら、信頼度評価に使えるのでは」と突然質問してきた

正直に言って、
三澤先生も私も全く気付いていなかった

- 古川、宮内、三澤：「リスク鋭感的価値尺度を用いた供給信頼度指標」、電気学会論文誌B, Vol.139, No.5, pp.356-362 (2019).



古川義英氏（当時）

RSVM : Risk Sensitive Value Measure

宇佐川 毅先生

“JICA案件に引きずり込んだ張本人”

Yusri Syam Akil先生 (Hasanuddin University, Indonesia)

JICA UNHAS強化計画の下で、
私が初めて指導した
博士後期課程の学生
(2010年4月～2013年9月)



その後8名の博士学生を指導



Yusri Syam Akil先生 (当時)

JICA JDS (人材育成奨学計画)

ミャンマー (電力分野) から社会人博士前期課程学生
2014年～2023年まで、18名を指導

電力のこれから

2000年代初頭から電力システム経済をテーマに



2015年以降3次にわたる

電気事業法の改正に付いていけない

- さまざまな電力のやり取りに市場を導入
- 送配電部門の独立化（2020年～）



公益事業には「全体最適化」が必要

- 市場の導入が理に適っているのか
- 全体像を見ることができているのか
- 一つの設備を形成するのに10年のレンジ必要なのに、制度がそのレンジに見合っているのか

当時はほとんど誰もテーマにせず、その意味では先駆者であったと自負

電力のこれから (大丈夫?)

現在の電力システムの運用は極めて複雑化している

- 制度の穴にパッチをあてる
- 繰返して益々複雑に

- 全体像を完全に把握している人は本当にいる?
- 10年先の制度も不確定なのに10年先の計画を立てる必要

ほんとうに大丈夫?

電気学会技術報告「電力安定供給を支える電力流通設備計画・運用技術」
2024年度上半期発刊予定、鋭意製作中



各時間断面における電力系統計画・運用

引用元：令和6年電気学会全国大会シンポジウム
作図：広島大学 造賀先生ほか

電力のこれから（不安のみ）

発電、送配電、小売り各部門の独立化、
市場を基本とする複雑な制度に加え



大学における電力系研究室の減少
電気ガス水道などインフラ産業に興味のある学生の減少



一方で、カーボンニュートラルの達成、またそれに向けて
再エネの促進と原子力発電の関係の整理など難問は山積み
（政府の方針すら確たるものはなし）



20年後、電力は安定に供給され、
我々は安心して電気を使い続けられるのだろうか？

ある人は10年とも

最後にひとこと

2008～9年頃、我が国の電力業界で話題になった本がある
J. Casazza, “Forgotten Roots - Electric Power, Profits, Democracy,
and a Profession”

(解説書：EIT電力発展史研究会訳補編：「忘れられたルーツ」、日本電気協会、2009)

電力自由化がもたらした混乱を指摘



当時、我が国はまだ電気事業の規制緩和が緩慢に進展中で
そのため電力技術者は特に自由化に警鐘を鳴らさなかった



ところがここまで複雑怪奇な電気事業制度改革となり、
本当にこの制度でいいのか、場合によっては根本から
見直す必要がないか今や改めて問い直すべき時ではないか

お礼

39年（京都大学8年、熊本大学31年）もの間、
大学教員として生活できたのは、

- ご指導ご鞭撻頂いた先生方
- 変わり者である私にも温かく接して頂いた同僚の先生方
- 変わらずお付き合い頂いた他大学の電力分野の先生方
- 無理難題にも付き合ってくれた卒業生・修了生の皆さま
- そして、妻、子供たち

のおかげです

これからもまだ迷惑をお掛けするつもりですが、ひとまず

皆さま、ほんとうにありがとうございました