

回路網と超電導

2007年3月19日

仁田 旦三

「※:このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。引用情報のない図版は、講演者の有する著作物の中から引用されたものです。」

- 經歷
- 研究
- 雜感

- 1944年8月2日 兵庫県西宮市常磐町生まれ
- 1951年 徳島に移住
- 1963年3月 徳島県立城東高校卒(豪雪)
- 1967年3月 京都大学工学部電気工学第二学科卒業
- 1972年3月 同大学院工学研究科博士課程単位取得退学
- 1972年4月 京都大学工学部助手
- 1980年4月 同助教授
- 1995年4月 同大学院工学研究科助教授(改組)
- 1996年4月 東京大学大学院工学系研究科教授
- 2007年3月 同定年退職(予定)(超暖冬)

病気が灸で治る

- 卒論
 - 誘導機の自己励磁
 - 計算のみ
 - アルゴリズムでかけられた計算ソフト(ルンゲクッタ, ベアーストーン)をNEAC2101の機械語に翻訳
 - 室温が変化すると誤動作
- 修論
 - 電力系統の保護継電器
- 電気回路網とグラフ理論(博士論文とその延長)
 - ジャイレータを含む回路の可解性・複雑度・状態方程式
 - 線形能動回路の状態方程式
 - 二種フロー問題
 - 最適信頼性グラフ
- 超電導応用(ポストドクター)
 - 超電導発電機
 - 超電導エネルギー貯蔵
 - 磁気式超電導スイッチ
 - 故障電流超電導限流器
 - 超電導変圧器

- 卒論
 - 誘導機の自己励磁
- 修論
 - 電力系統の保護継電器
 - トランジスタリレー
 - アナログ・デジタル変換ととらえよ
 - 関西電力の交流計算盤
 - 世間に疎く, 論文にできず
 - 大学紛争
 - 木嶋先生海外研修
- 電気回路網とグラフ理論(博士論文とその延長)
 - ジャイレータを含む回路の可解性・複雑度・状態方程式
 - 線形能動回路の状態方程式
 - 二種フロー問題
 - 最適信頼性グラフ
- 超電導応用(ポストドクター)
 - 超電導発電機
 - 超電導エネルギー貯蔵
 - 磁気式超電導スイッチ
 - 故障電流超電導限流器
 - 超電導変圧器

- 卒論から博士課程まで研究室同じ(木嶋昭教授)
 - 研究室の名前が変わる
 - 卒論時
 - 電力系統工学講座
 - 修士
 - 電力系統工学講座
 - 博士
 - 電気回路網講座
- 助手・助教授
 - エネルギー変換工学講座(岡田隆夫教授)
 - 電気機器講座(同)

木嶋先生からの

- 研究を進めることは、毎日整理することである.
- 研究の時効は5年である.
- 研究テーマは論文からでなくて**専門書**から
- 若いときに縄のれんをくぐっていないと年取ってから初めて縄のれんをくぐることはできない. (意訳: 若いときに質問をする訓練をしておかないと年取ってから質問ができなくなる)
- 論文を書くことは恥をかくことである. (意訳: 恥をかくことをおそれていては研究はできない)
- グラフ理論は放電と同様一生飯が食える(すぐ食べられなくなった)

博士論文のテーマ

- 電気回路の課題を
- 林重憲先生の演算子法・断続回路
- グラフ理論

E. S. Ku, D.M. Layton, and R.A. Rohrer, “Network analysis and synthesis via state variables”, in ***Network and switching theory***, G. Biorci, Ed. New York Academic, N.Y. pp.140-148,1968.

Theorem 5 (conjectured). The maximum order of complexity of an RCG network is equal to the number of tree capacitors in any maximal proper tree.

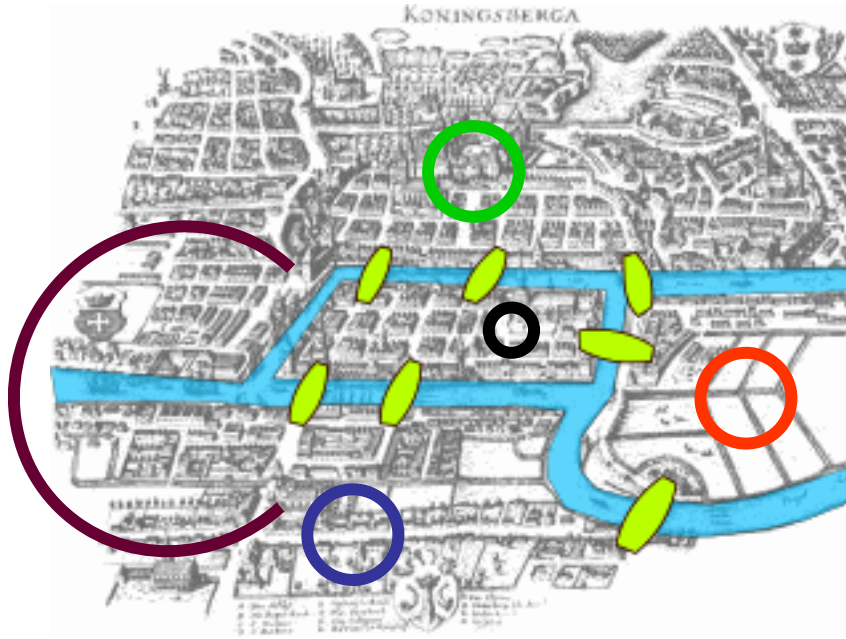
Theorem 6 (conjectured). If an RCG network has no proper tree, then it does not possess a unique solution.

この**conjecture**を証明しよう

Graph 理論

一筆書き(オイラー)

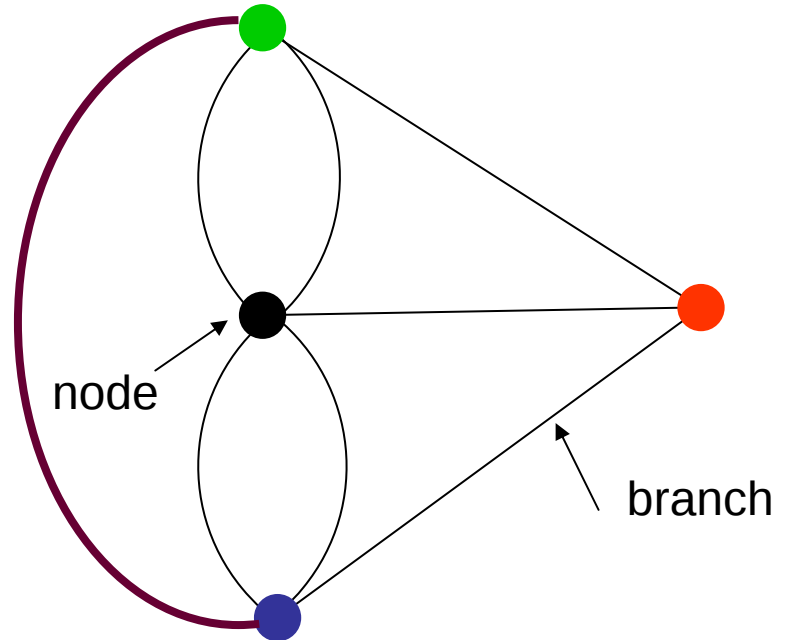
左図の緑が橋(konigsberg)
橋を一度だけ通り全ての橋を通る問題



接続関係

Node (節点)とbranch(枝)

名前の付け方: potential : 電位



Tree(木): 全ての節点を接続するが閉路はない

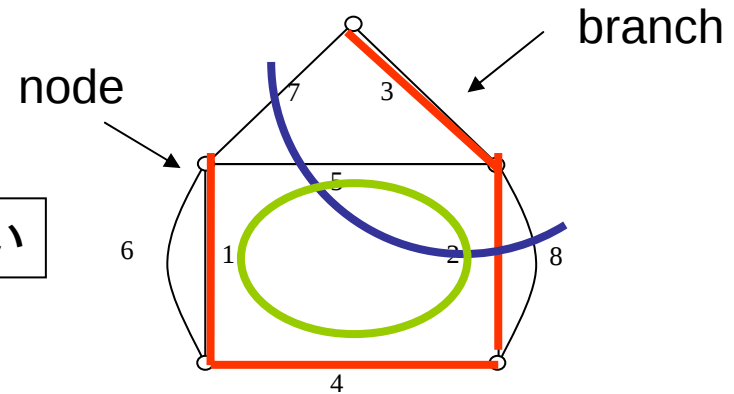
Treeの枝以外の枝cotree(補木)

基本カットセット: 木の枝1本と補木の枝

基本タイセット: 補木の枝1本と木の枝

カットセット, タイセットは, 偶数個の枝が共通

ある二つの集合の共通要素の数が1以外を禁止: マトロイド: グラフの一般化



当時の回路の話題の一つ

回路の可解性

Order of complexity: 回路を表現する微分方程式の次数
回路の固有周波数の個数

回路の状態方程式の導出

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

抵抗, キャパシタ, インダクタと電圧源, 電流源からなる回路:
RLC回路は解けていた.

できるだけキャパシターの枝を含み, できるだけインダクターの枝を含まない木: 正則木

正則木に含まれるキャパシターの電圧と含まれないインダクターの電流を変数とする状態方程式

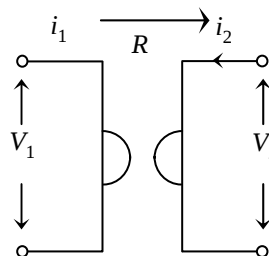
抵抗, キャパシタ, インダクタ, 理想変成器と電源を含む回路: 相反回路
すでに解けていた. (相互誘導素子)

そこでconjectureへチャレンジ

非相反素子:gyrator

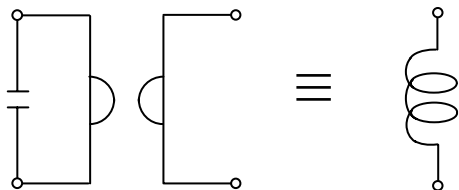
非相反回路

線形受動回路



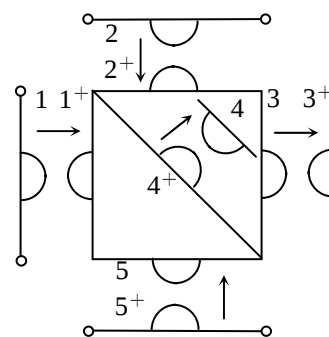
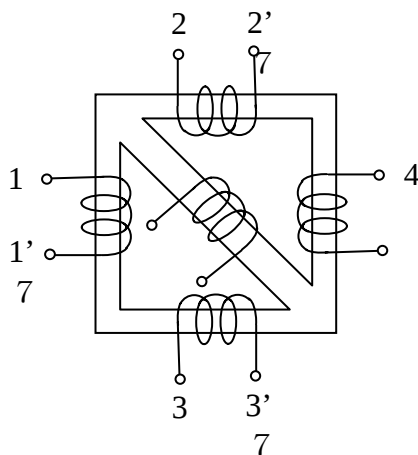
$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -R \\ R & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

インダクタ=キャパシタ+gyrator



$$i_1 = C \frac{dv_1}{dt}$$

理想変成器



抵抗(R), インダクタ(L), キャパシタ(C), 相互インダクタ(M),
理想変成器(Y), ジャイレータ(G)なる回路



抵抗, キャパシタ, ジャイレータからなる回路(RCG回路)

RCG回路の正則木:
対となるジャイレータの枝を共に木の枝となるような木

A) RCG回路が可解である必要十分条件:
正則木が存在すること

正則木を求めるアルゴリズム

B) 最大正則木:
キャパシタの枝を最も多く含む正則木

最大正則木を求めるアルゴリズム

状態方程式: 最大正則木に含まれているキャパシタ電圧

毎日, 進まず, スイッチのあるRLC回路の計算ソフトを作成

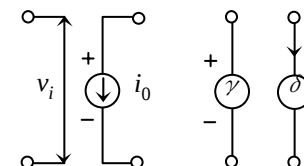
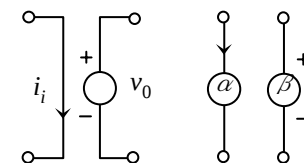
論文が通らない. 採択か不採択か返事が来ない(2年間)電子通信学会

線形能動回路: 制御電源を含む回路

制御電源

- 電圧制御電圧源
- 電圧制御電流源
- 電流制御電圧源
- 電流制御電流源

電流制御(α)電圧源(β)
電圧制御(γ)電流源(δ)

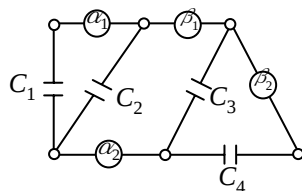


ジャイレータ: 制御電源で
抵抗: 制御電源で

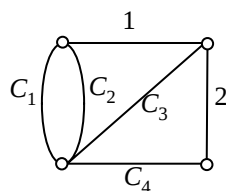
キャパシタと2つの制御電源

電圧グラフと電流グラフ
の共通木

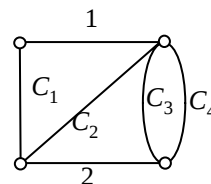
$\{1, C_2, C_4\}$



回路



電圧グラフ



電流グラフ

可解性: 共通木の存在(すでに証明されていた)

最大共通木: キャパシタを最も多く含む共通木

Order of complexity =
最大共通木に含まれるキャパシタの数
(すでに証明されていた)

共通木を求めるアルゴリズム
(すでに解決されていた)

線形能動回路の状態方程式の導出

$$\begin{bmatrix} 1 & F \\ 0 & B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_c \\ i_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D & 0 \\ -A & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_c \\ v_s \end{bmatrix} + \text{電源の項}$$

行列 B がゼロであれば, 最大共通木のキャパシタ電圧を状態変数とする状態方程式が得られる.

行列 B はゼロ行列でなく, べきゼロ行列: nilpotent matrix

$$B^n = 0$$

繰り返し演算で, 最終的にキャパシタ電圧を状態変数とする状態方程式が求まる

繰り返し演算の回数も示す.

一般的(可解, 不定, 不能)な線形能動回路の方程式の標準系を提示(グラフとペンシルの関係)

ペンシル $A + \lambda B$

クロネッカーの仕事

この論文は1年待たされた.

以上のほとんどは、助手に採用されてから

助手採用後すぐに岡田先生が1年間海外研究

その間: 適当に遊ぶ

仏の岡田先生から小言

その間の修士論文等(研究論文)

- 2種フロー問題
- 最適信頼性グラフ
- RCG回路のProper Treeを求めるアルゴリズム

機器や電力の仕事をしなければ、岡田先生との共著論文なし

岡田先生から「超電導」やってみないか？

超電導発電機を富士電機から借入

その後、岡田先生は非常に自由に研究させてもらった

富士電機では不要？

研究テーマの余地は？

何をテーマにするか？

同期機の本を読む：最初の巻線が判らない

分数溝巻き電機子巻線：組み合わせで解く

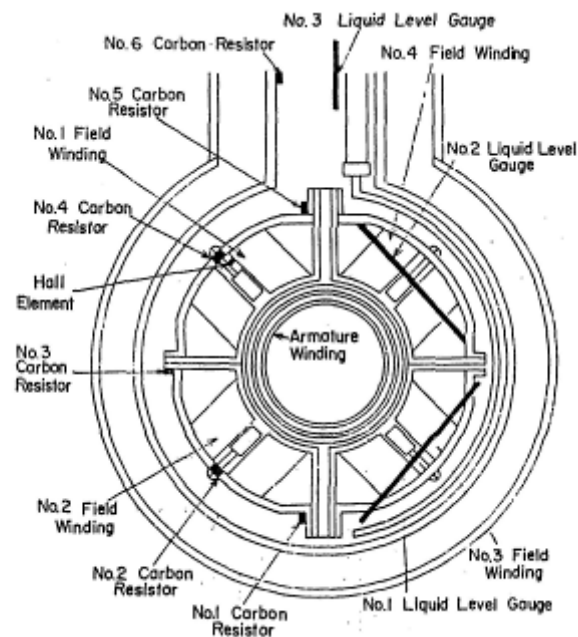
電気学会2年間放置

実験の言葉と理論の言葉の違い：論文は読めない、専門書は読める

概略計算：最初に仮定あり？？？

概略計算：初め仮定なし・・・解から仮定し、概略

回転電機子型(30kVA)



牟田一彌京都大学名誉教授 提供 卄

古い機器設計の本
執行岩根(昭和25年)

超電導発電機の実験

何を実験する？

実験を始める動機：理論屋は実験できないと言われたこと

実験装置

- 低温の実験
 - 寒剤（液体窒素，液体ヘリウム）と容器
 - 移送
 - 計測
- 電気機器の実験
 - 電源
 - 計測



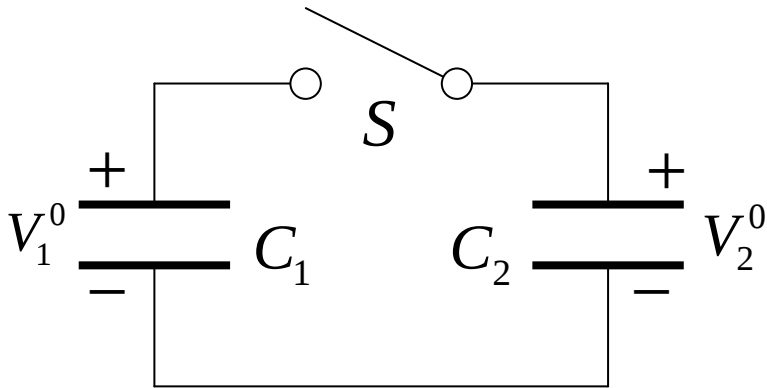
理論屋は毎日思考実験
実験屋は毎日理論的思考

最初からトラブル続き
液体ヘリウム容器に入れた液体ヘリウムがない
• Thermal oscillation

超電導と電気の基礎

超電導を研究対象としたときの疑問

電気回路：第1種初期値と第2種初期値



スイッチ S をoffからon

スイッチoffの時のエネルギー

$$E_o = \frac{1}{2} C_1 V_1^{0^2} + \frac{1}{2} C_2 V_2^{0^2}$$

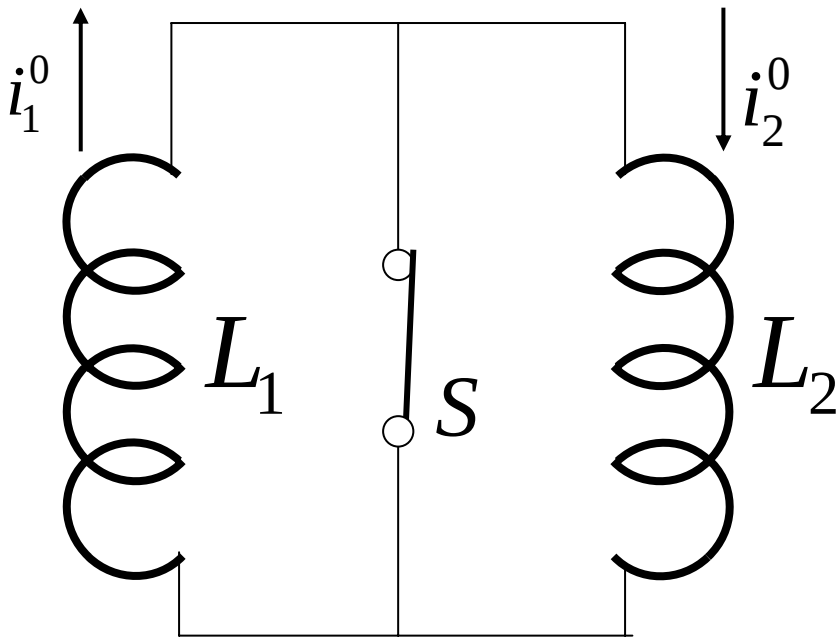
スイッチonの時のエネルギー

$$E_s = \frac{(C_1 V_1^0 + C_2 V_2^0)^2}{2(C_1 + C_2)}$$

エネルギー差

$$E_o - E_s = \frac{C_1 C_2}{2(C_1 + C_2)} (V_1^0 - V_2^0)^2 \geq 0$$

スイッチングでエネルギー減少？



スイッチSをonからoff

第2種初期値

$$i^{+0} = \frac{L_1 i_1^0 + L_2 i_2^0}{L_1 + L_2} \quad \text{磁束不変の理}$$

Onからoffへのエネルギー差

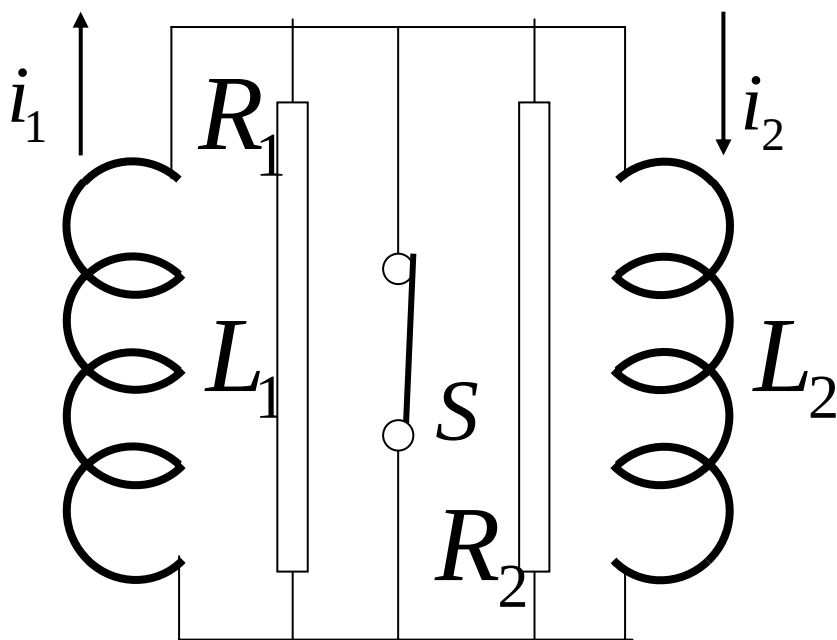
$$\frac{L_1 L_2}{2(L_1 + L_2)} (i_1^0 - i_2^0)^2 \geq 0$$

損失はどこで生じた？

スイッチングでエネルギーが増えることはあるのか？

L_2

i^{+0}



並列な抵抗を考えて解く

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \text{ として}$$

$$i_1(t) = \frac{L_2(i_1^0 - i_2^0)}{L_1 + L_2} e^{-\frac{L_1 + L_2}{L_1 L_2} R t} + \frac{L_1 i_1^0 + L_2 i_2^0}{L_1 + L_2}$$

抵抗が非常に大きいと第一項無視(回路)

吟味: 抵抗で消費されるエネルギーは, 第一種初期値と第2種初期値間のエネルギー差に等しい.

$$\int_0^\infty R(i_1(t) - i_2(t))^2 dt$$

$$= \int_0^\infty R(i_1^0 - i_2^0)^2 e^{-2\frac{L_1 + L_2}{L_1 L_2} R t} dt$$

- 超電導では交流損失?
- 直列抵抗でなく, 並列抵抗

あとで交流損失の測定

$$= \frac{L_1 L_2}{2(L_1 + L_2)} (i_1^0 - i_2^0)^2$$

一般回路での証明(エネルギーは常に減少)

ディラックの \$\delta\$ 関数

ディラックとは勝負にならない

ディラックの逸話

小学校での参観日での先生の問題

3人で魚釣りに行った。魚を釣った後、テントで寝た。

その一人が寂しくなり、帰ることにした。釣った魚を数えたところ、3で割ると1匹余る。そこで、1匹捨てて、その $1/3$ を持って帰った。

また、一人が帰りたくなった。釣った魚を数えたところ、3で割ると1匹余る。そこで、1匹捨てて、その $1/3$ を持って帰った。

また、一人が帰りたくなった。釣った魚を数えたところ、3で割ると1匹余る。そこで、1匹捨てて、その $1/3$ を持って帰った。

さて、釣った魚は何匹か？

ディラックはすぐに手を挙げて答えた。

答は—2

- 卒論
 - 誘導機の自己励磁
- 修論
 - 電力系統の保護継電器
- 電気回路網とグラフ理論(博士論文とその延長)
- 超電導応用(ポストドクター)
 - 超電導発電機
 - 超電導エネルギー貯蔵
 - エネルギー転送回路
 - 磁気式超電導スイッチ
 - 故障電流超電導限流器
 - 超電導変圧器

超電導発電機

特徴

•構造

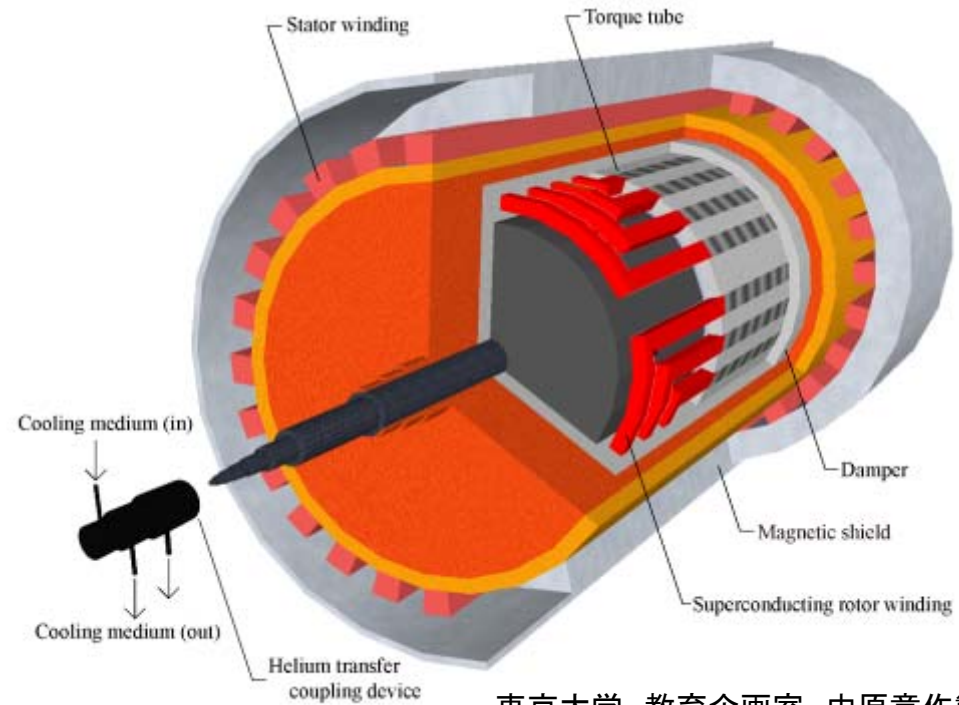
- 超電導界磁巻線
- 空隙電機子巻線

•特性

- 小型・軽量・高効率
- 電力系統
 - 安定度
 - 電圧安定性
 - 無効電力
 - 高調波吸収
- 計算との一致

機器の構造から特性を

電力系統特性なる言葉をでっち上げ



東京大学 教育企画室 中原章作製 ㊦

回路網での研究から
ざっくりわかり, 正確に重点にした

2次元電磁解析の解析解

変形ベッセル関数の近似解

3次元解析

いろいろな特性(各種突発短絡など)と構造

境界条件

ダンパーの時定数は1極当たりの銅の量

1980年からのエネルギー特別研究

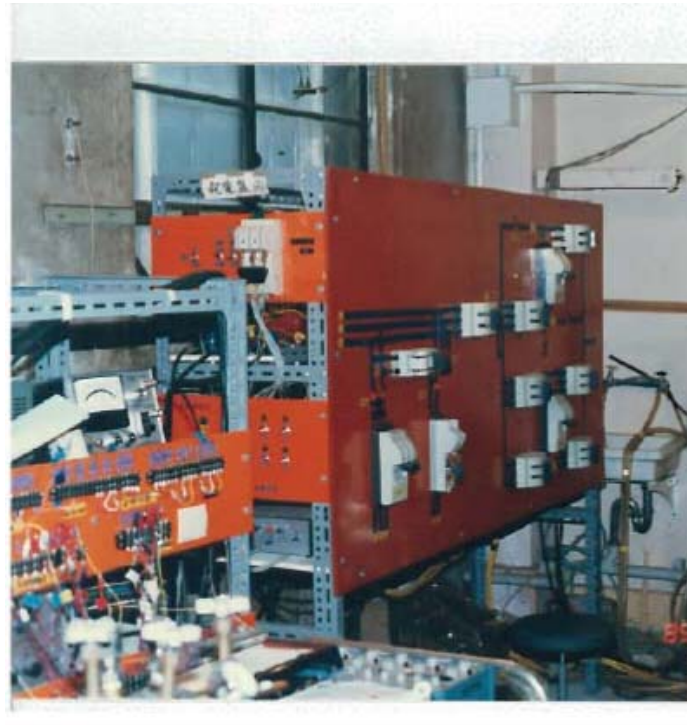
電力系統特性
安定度
従来機との並列運転

20kVA回転界磁型立て型

様々同期はずれ
たまたま模擬送電線のインピーダンス



手作り模擬送電線



従来機20kVA

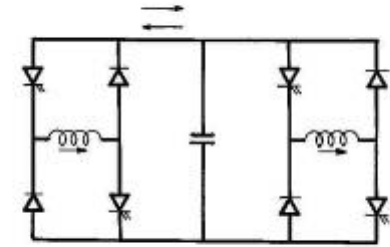


磁気シールド: 導電シールド

超電導も電力系統と素人

色々なところを見学

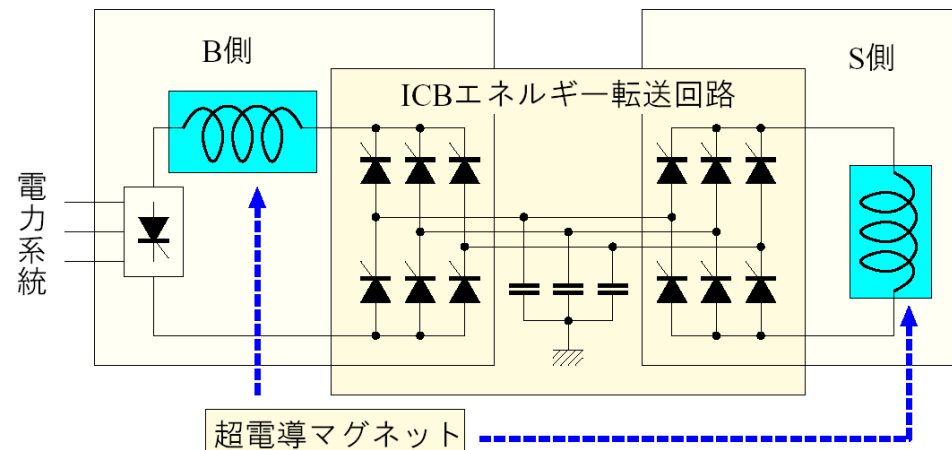
- 超電導機器(マグネット)に対して, 電源が大きい
- パワーリード損失



超電導磁気式スイッチ (超電導パワーエレクトロニクス)



超電導マグネット間エネルギー転送回路



この前, 1978年ごろ

超電導磁気エネルギー貯蔵
(Superconducting Magnetic Energy Storage)
SMES

Wisconsin 大学のBoom教授

大阪大学で輪講に参加

30kVA超電導発電機の界磁巻線でエネルギー授受実験

変動電流に対して不安定

超電導破壊(クエンチ)

4kJのマグネット購入

電力制御: 応答性

色々なところで実験研究

テーマ選択???



Concept of proposed usage of SMES

Power system stability is evaluated by
eigen-values : (obtained by off-line calculation)
natural frequency, damping force

SMES is used to obtain these values
from on-line data.

One-machine Infinite bus system

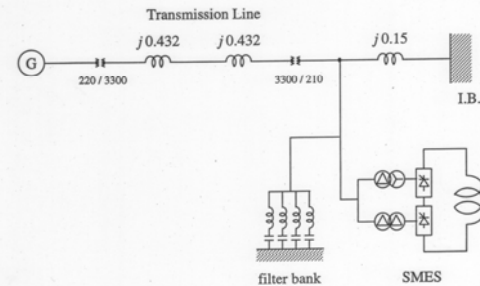
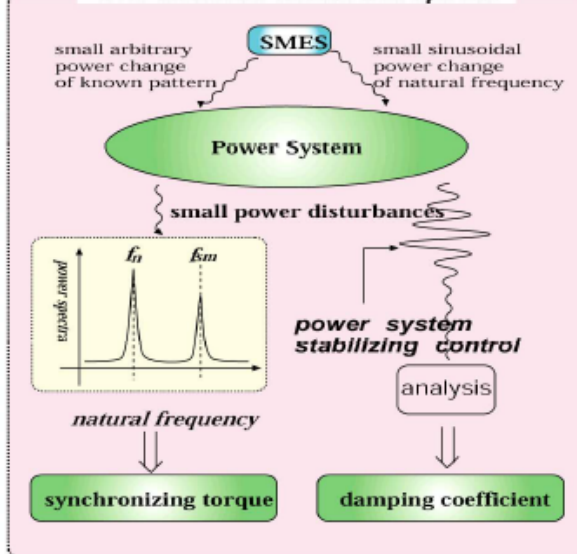
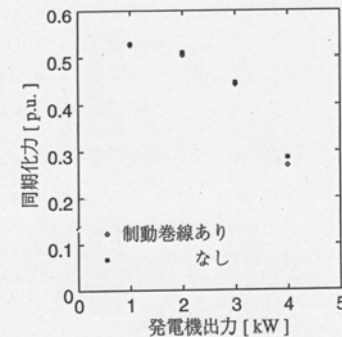
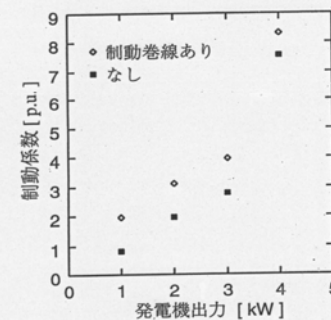


図 4.1 実験系統概略図

発電機に制動巻線を取り付けた場合の測定結果

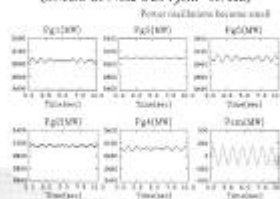


制動巻線効果は少ない



制動巻線効果が測定された

Experimental Results (SMES at No.2 bus : $f_{sm}=0.7\text{Hz}$)



パラメータ推定法を用いた SMESによる系統状態把握

Generator power deviation (system response) $y(k)$ $y(k) = \frac{B(z)}{F(z)} u(k-1)$

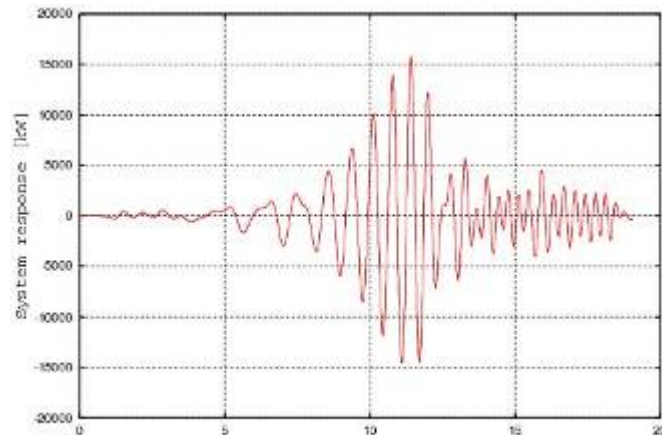
$$B(z) = b_0 z + b_1$$

$$F(z) = f_0 z^2 + f_1 z + f_2$$

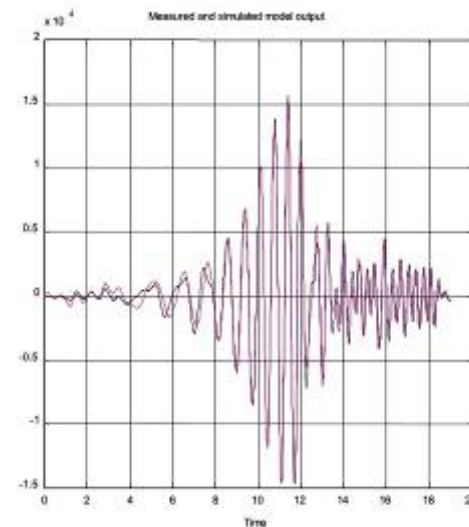
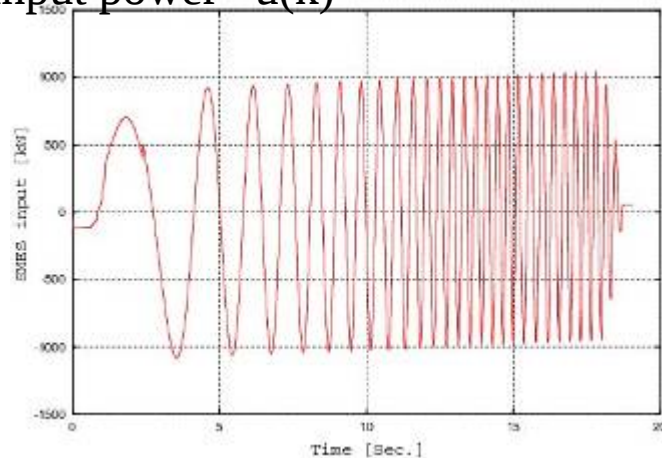
と仮定し、パラメータを推定

$$G(s) = \frac{-25.18 s - 16.88}{s^2 + 1.309 s + 92.6}$$

Pole :
 $-0.65 + j 9.6$



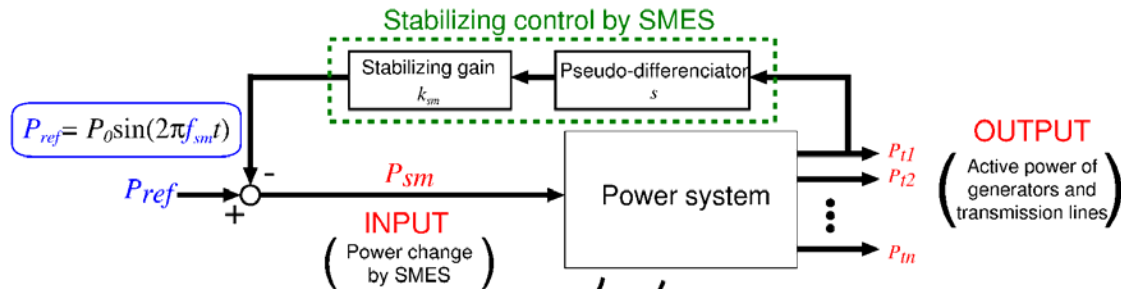
SMES input power $u(k)$



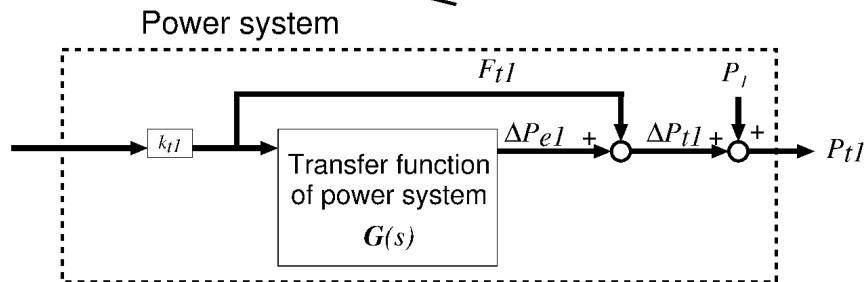
雑音に対して？

最近の方法

f_{sm} 周波数に対する $p..$ の特性(定常測定)

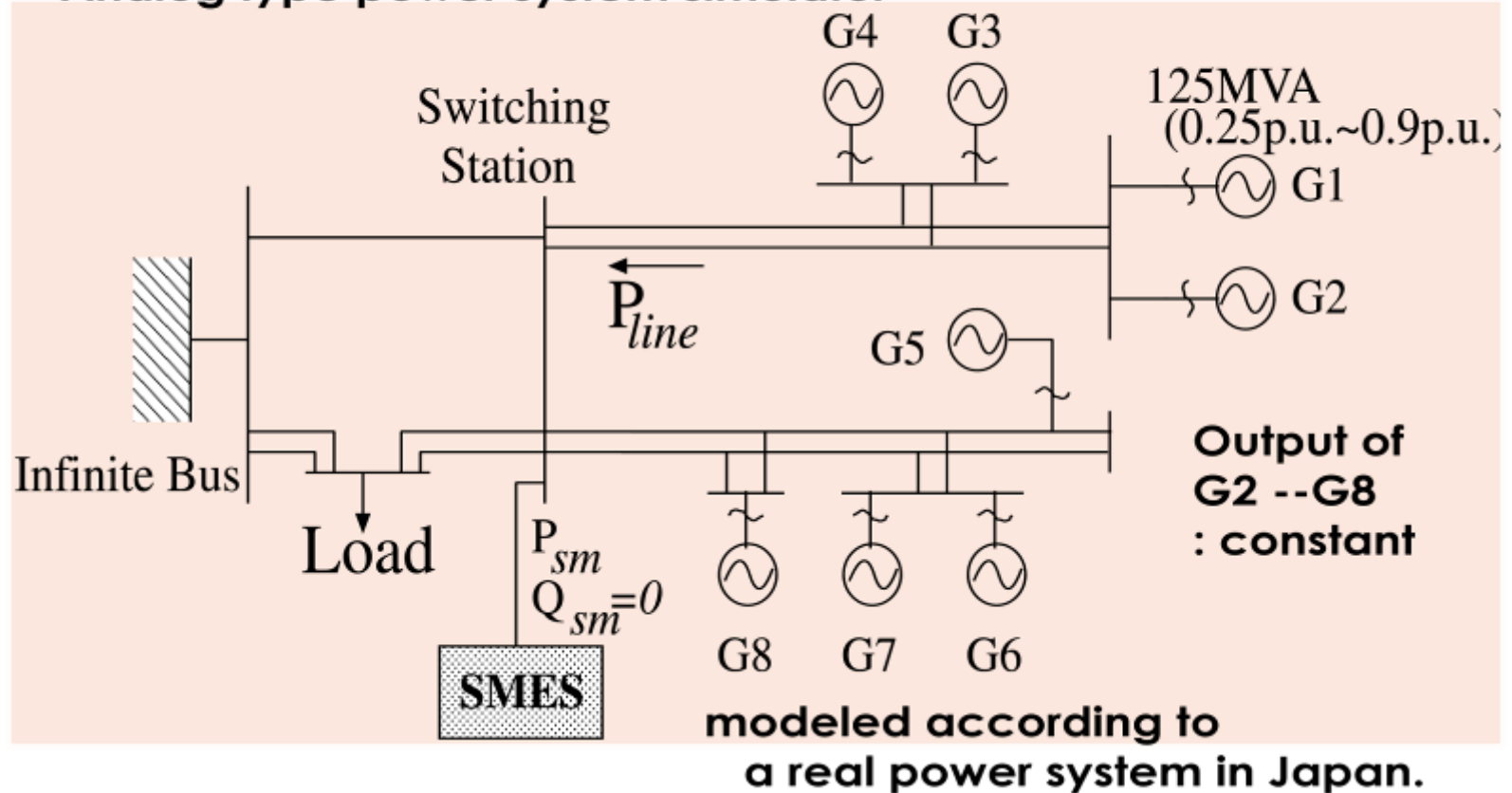


電中研シミュレータでの実験



Test Power System

Analog type power system simulator



In case of $P_1=0.9\text{p.u.}$
the power system
is unstable
without
power stabilizing control
of SMES.

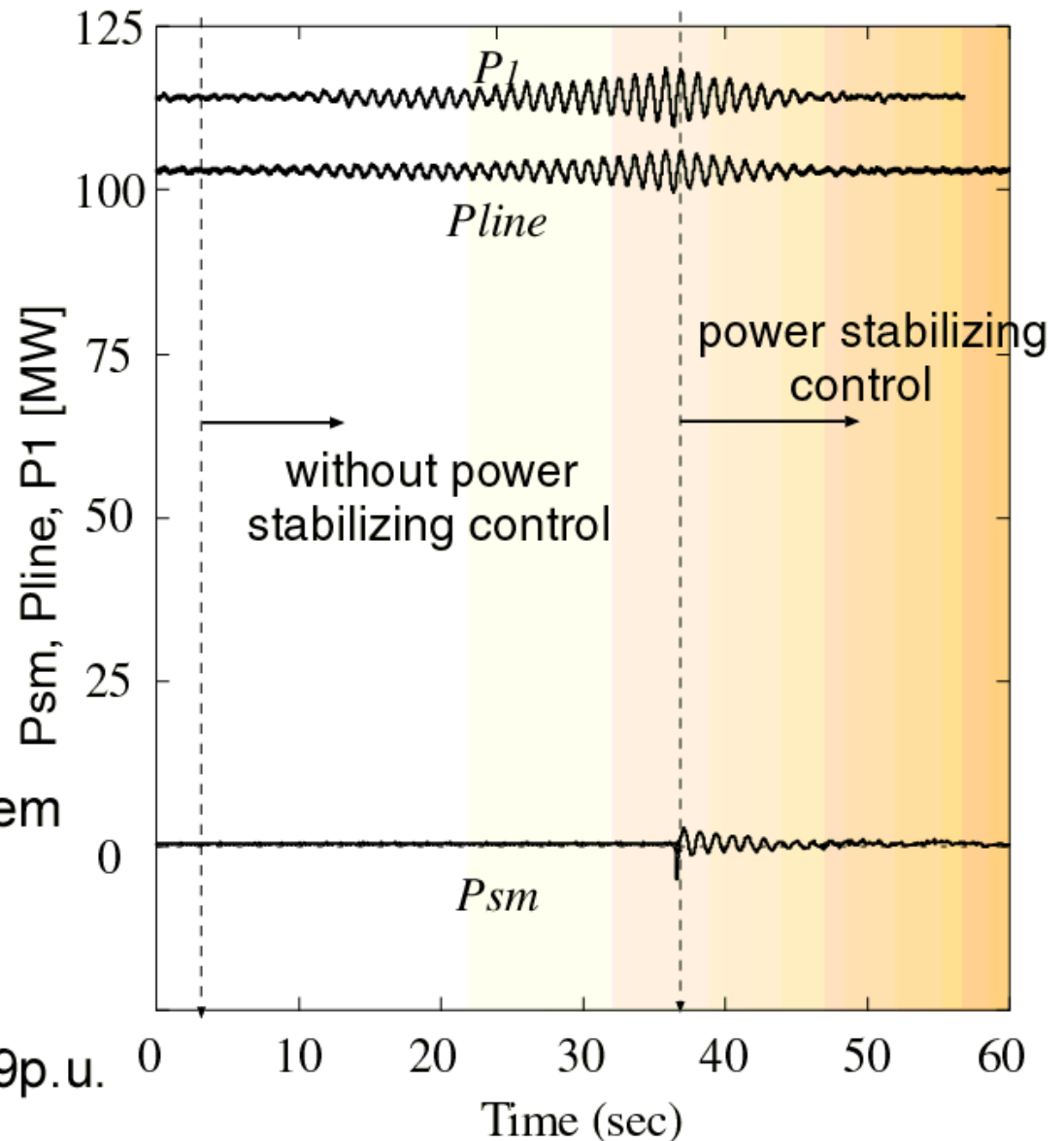


(negative damping)

The stability limit of the system
without SMES :



P_1 : between 0.7p.u. and 0.9p.u.



1986年から速応励磁型超電導発電機(関西電力, 東芝, 京大)
(Superconducting Generator with High Response Excitation)
Hesper 1



磁界計算
運転
速応励磁(PSSの設定)
電力系統特性

発電機特性のblock chart



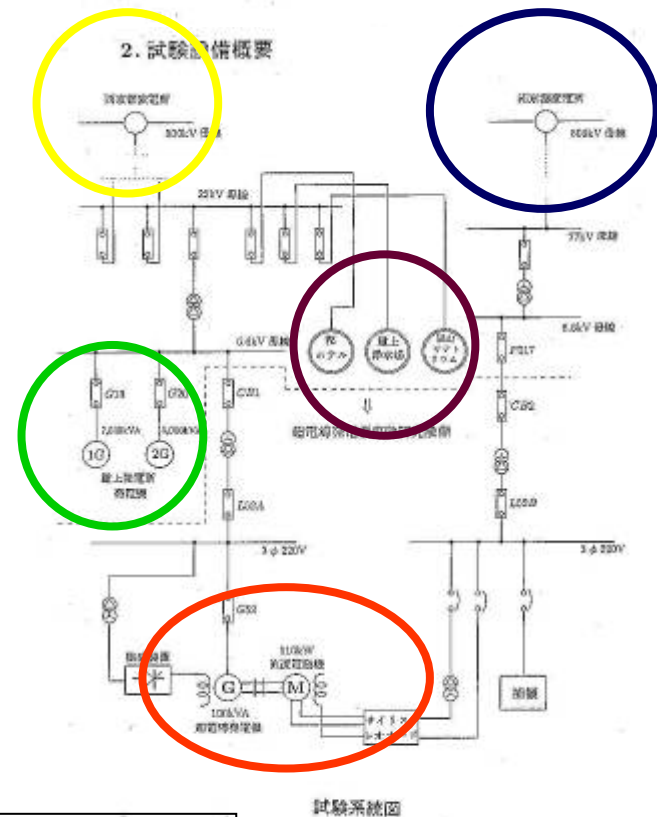
1992年5月
蹴上発電所100周年
記念行事に参加



Hesper1の外観写真

失敗は許されない

有効電力・無効電力の変動



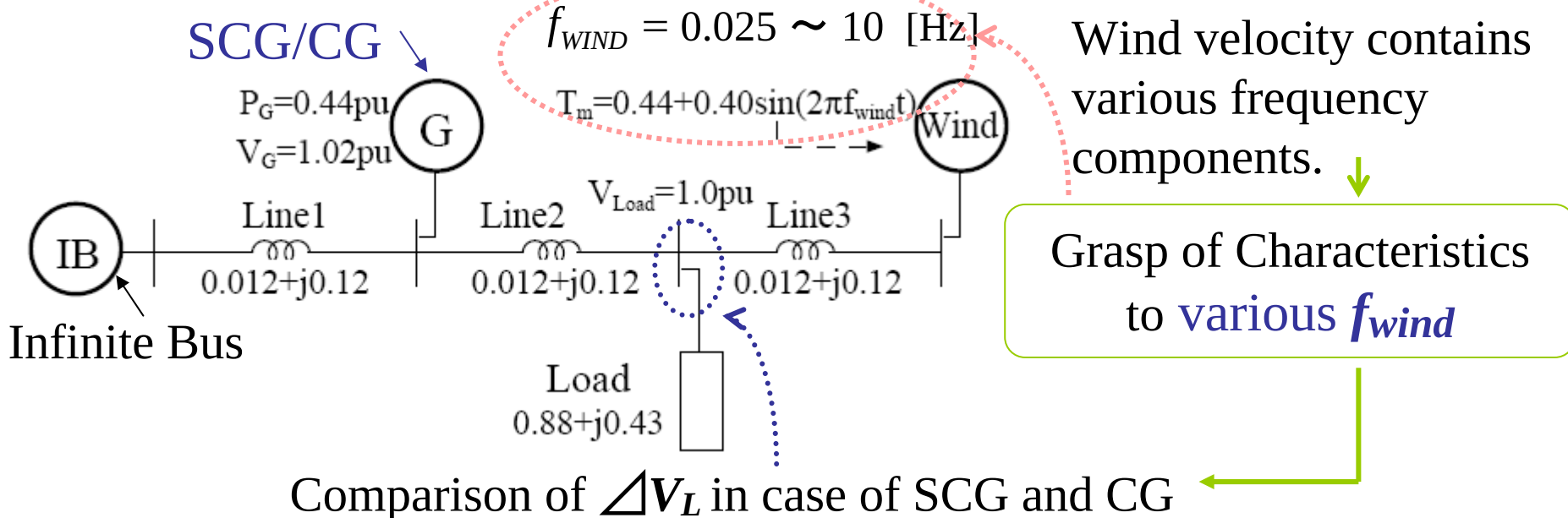
試験系統図

最近の話題

超電導発電機の配置？

Purpose: To investigate Effect of SCG on Mitigation of Voltage Fluctuation in Power Systems with Wind Power Generation

<Power System Model> Values are of initial condition.



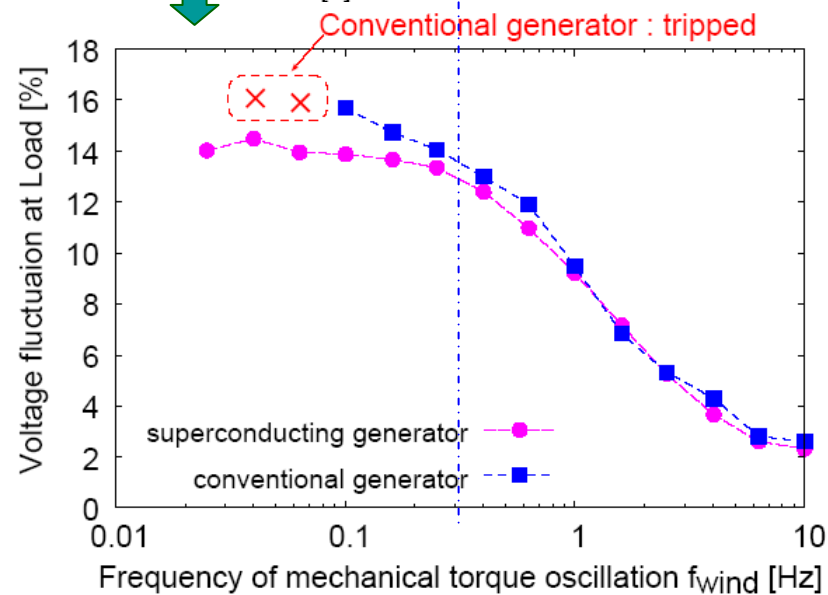
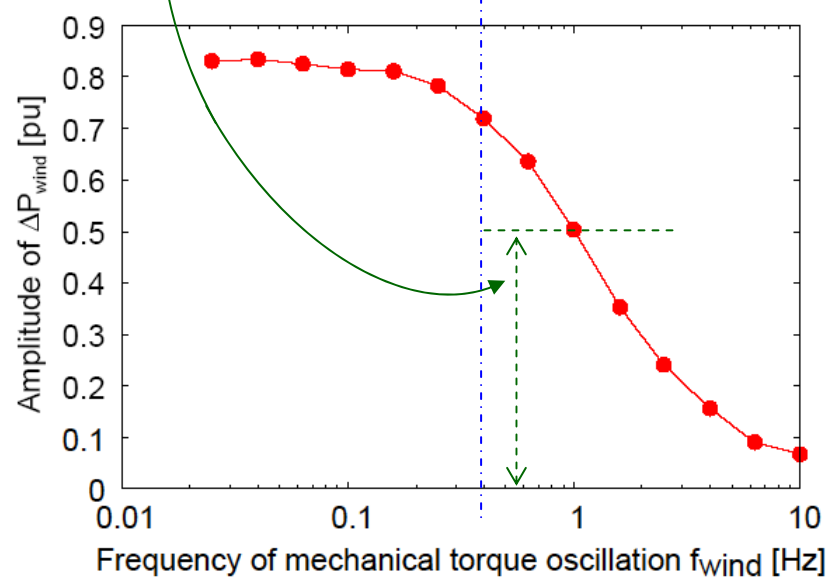
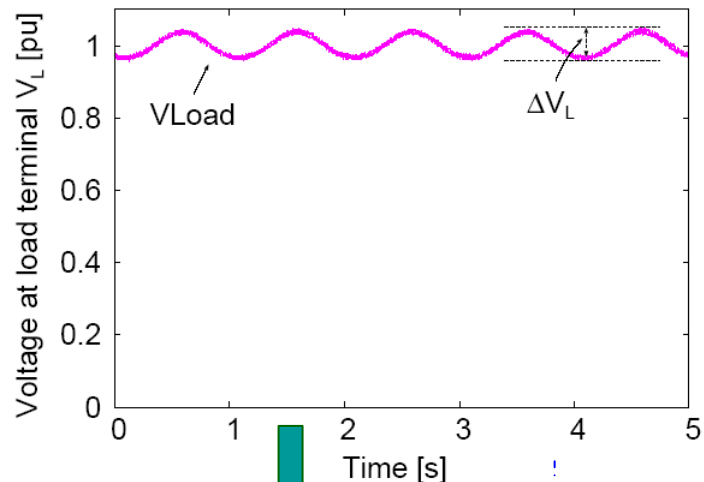
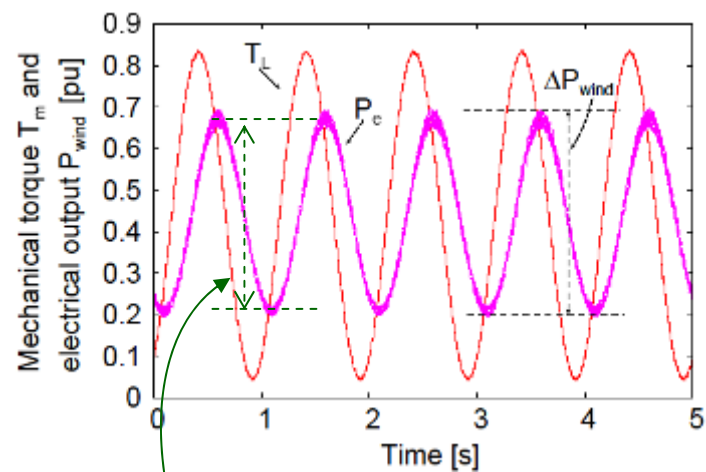
<Machine Constants>

SCG : 70MW Class SCG Machine developed by Super-GM

CG : Thermal Power Plant in IEEJ Standard Model

SCG has GOV, conventional generator has GOV and AVR.

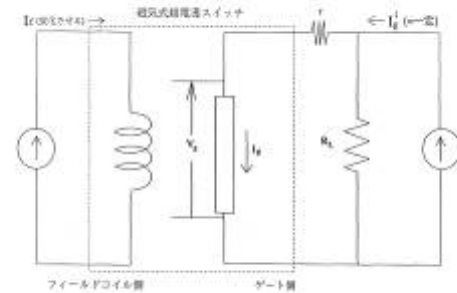
結果



磁気式超電導スイッチ

基本特性

2つのスイッチでインバータ
超電導パワーエレクトロニクス



直流スイッチング特性実験回路

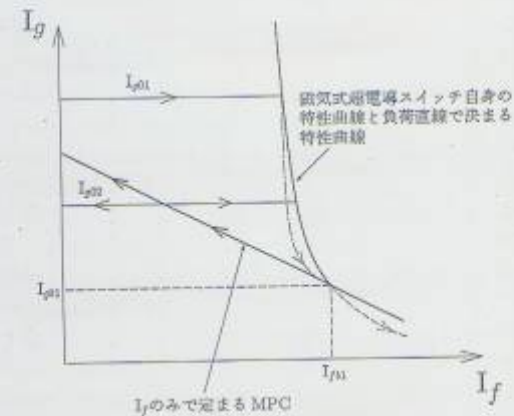


図 典型的な直流スイッチング特性 (従来型スイッチ)

正田先生からの質問
歩留まりは？

超電導限流器

定常時: 低インピーダンス
短絡時: 高インピーダンス

色々なところで研究→研究に特徴

限流器のある場合の故障計算
シミュレーション時代に逆行？

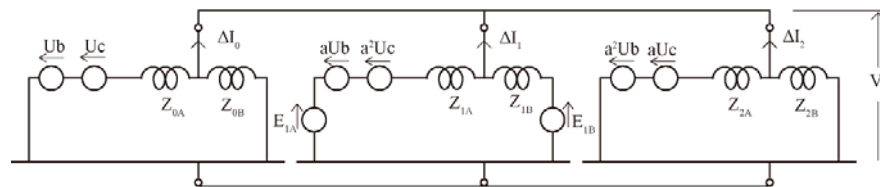
Electrical Transmission and
Distribution by WH

動作電流にかなりの精度
超電導体の超電導／常電導相転移の精度以上

動作開始電流調整可能な限流器

電力系統の2大課題

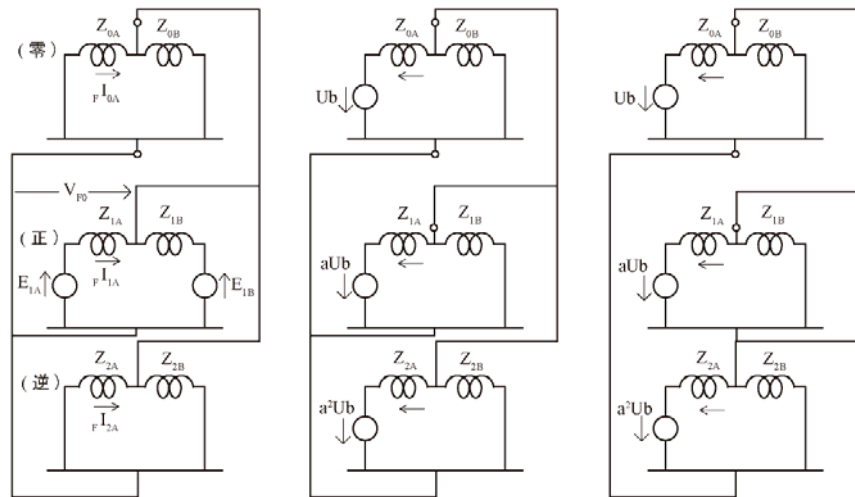
- 安定度
 - 短絡電流
- これはトレードオフ



(a) 故障等価回路

(b) 相限流器

(c) 相限流器

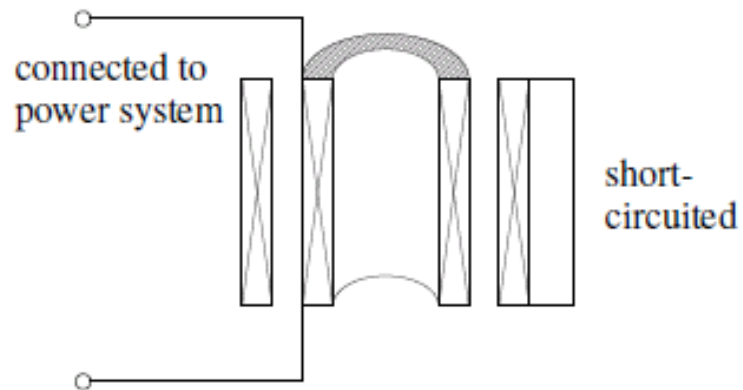


← (b-1) →

← (b-2) →

(b) 電流等価回路

電気学会論文誌B, Vol.114-B, No.9, pp.907-914 (図7 2線地絡故障時等価回路, Fig. 7. Symmetrical equivalent circuit for 2lines to ground fault) を参考に作製

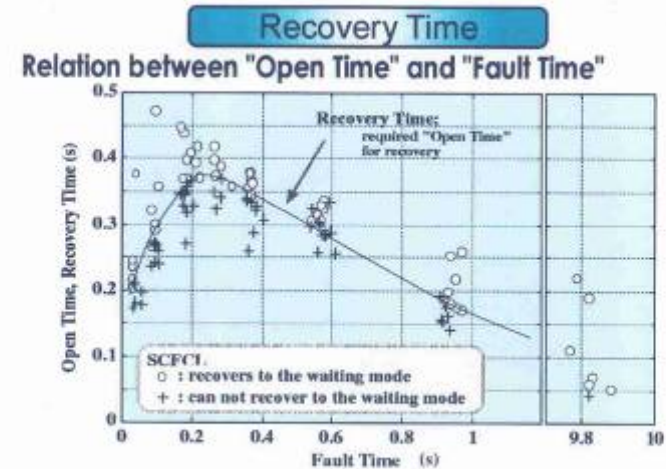


限流器の要求仕様ほぼ満足

- 動作電流調整可能
- 直列接続
- 復帰特性良好(再閉路)

実験による証明

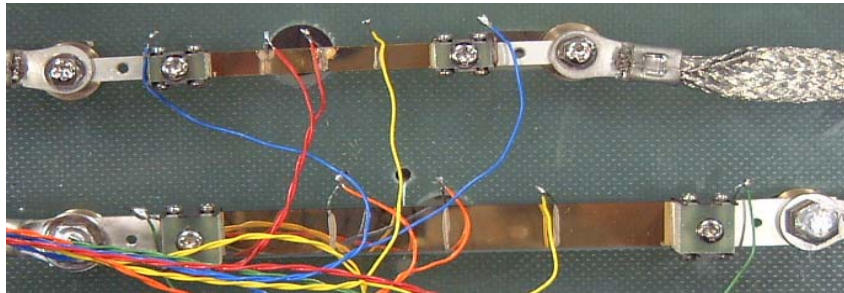
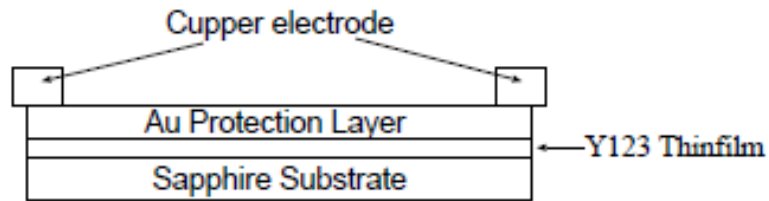
- 限流器による安定度向上
- 無停電区間の増大
-



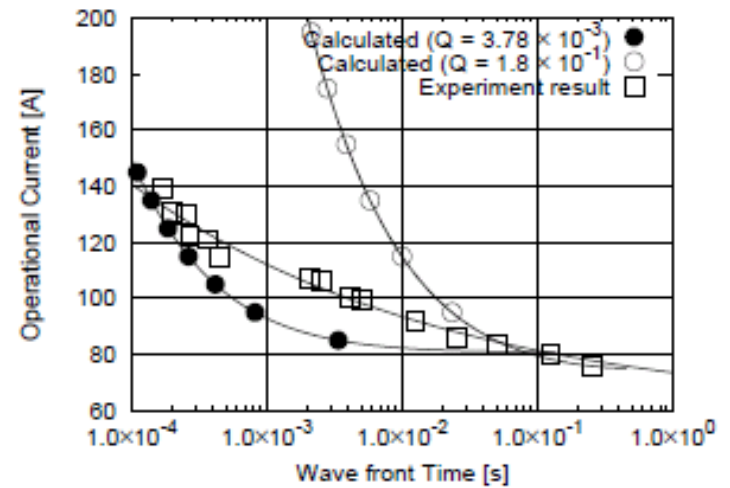
スイッチングサージや変圧器突入電流
×

高温超電導の特性

高温超電導限流器へ



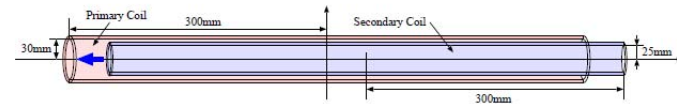
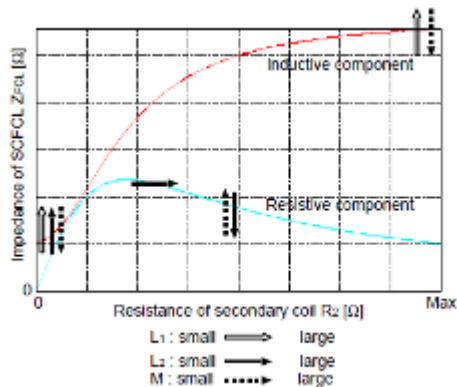
YBCO薄膜の概観(下)



周波数特性

復帰特性, 保護抵抗, 直並列

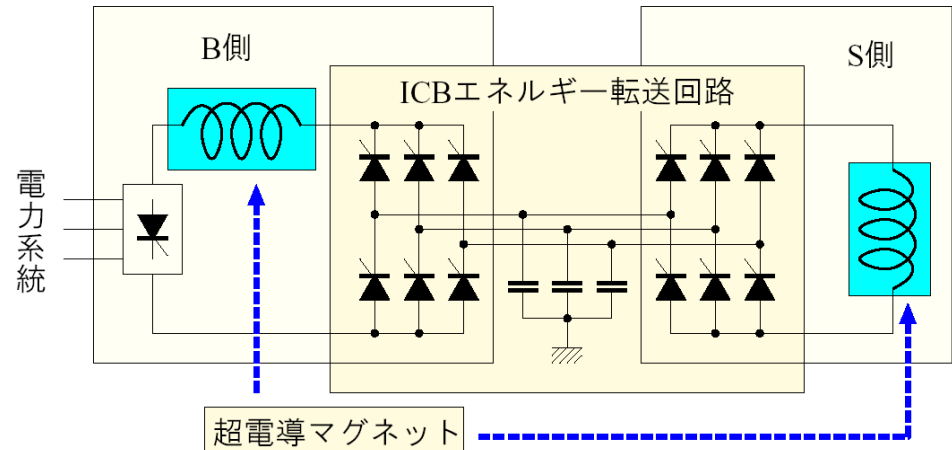
高温超電導BSCCO線: 動作電流調整可能へ?



超電導マグネット間エネルギー転送回路

解析解

$-\pi \leq \delta < -\frac{2}{3}\pi$	$\frac{I_B}{\omega C} \left(-\frac{3}{2\pi}(\pi + \delta)^2 + 2(\pi + \delta) \right)$
$-\frac{2}{3}\pi \leq \delta < -\frac{\pi}{3}$	$\frac{I_B}{\omega C} \left(-\frac{3\delta^2}{\pi} - 3\delta - \frac{\pi}{6} \right)$
$-\frac{\pi}{3} \leq \delta < 0$	$\frac{I_B}{\omega C} \left(-\frac{3\delta^2}{2\pi} - 2\delta \right)$
$0 \leq \delta < \frac{\pi}{3}$	$\frac{I_B}{\omega C} \left(\frac{3}{2\pi}\delta^2 - 2\delta \right)$
$\frac{\pi}{3} \leq \delta < \frac{2}{3}\pi$	$\frac{I_B}{\omega C} \left(\frac{3}{\pi}\delta^2 - 3\delta + \frac{\pi}{6} \right)$
$\frac{2}{3}\pi \leq \delta \leq \pi$	$\frac{I_B}{\omega C} \left(\frac{3}{2\pi}(\pi - \delta)^2 - 2(\pi - \delta) \right)$



リップルの小さい位相角

その運転では不安定

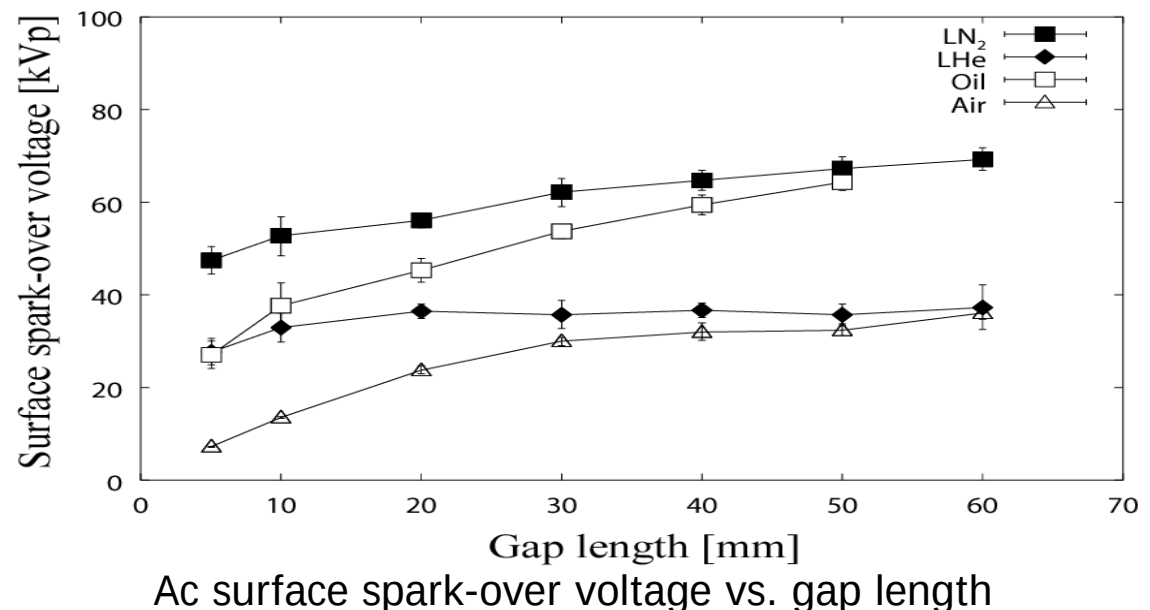
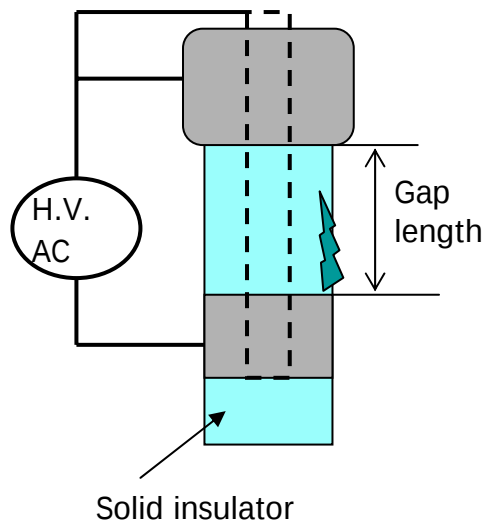
原因説明: 安定動作制御



役立つ寒剤(液体ヘリウム, 液体窒素)の絶縁特性

Surface Spark-over Voltage on Solid Insulators in Cryogenic Coolants

- Spark-over voltage: V_s slightly increases with increasing gap length in Liq.N₂ and Liq.He.
- V_s in Liq.He is lower than that in Liq.N₂.
- V_s in sub-cooled Liq.N₂ is slightly higher than that in boiling one for small gap.
- V_s for an insulator can be estimated in terms of specific capacitance.
- Motion of bubble in liquid can be understood from electrical gradient force and buoyancy.
- Influence of bubble for V_s is very small due to the force.



液体ヘリウム, 液体窒素の 沿面放電特性における 気泡の影響

結論:

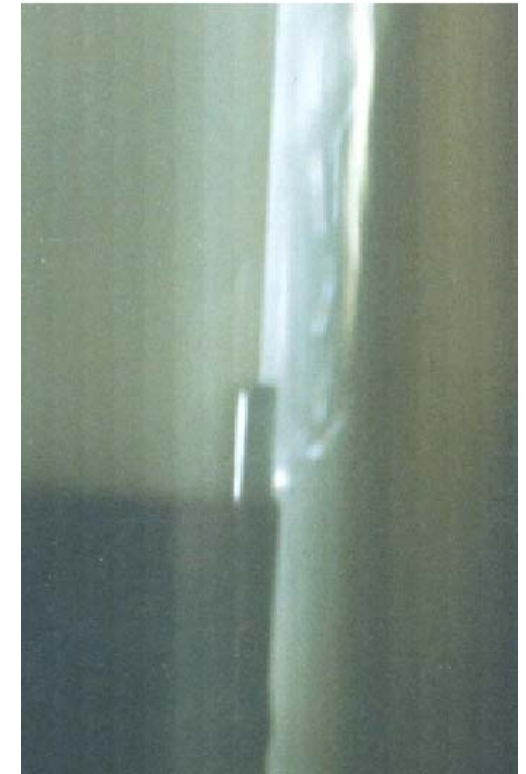
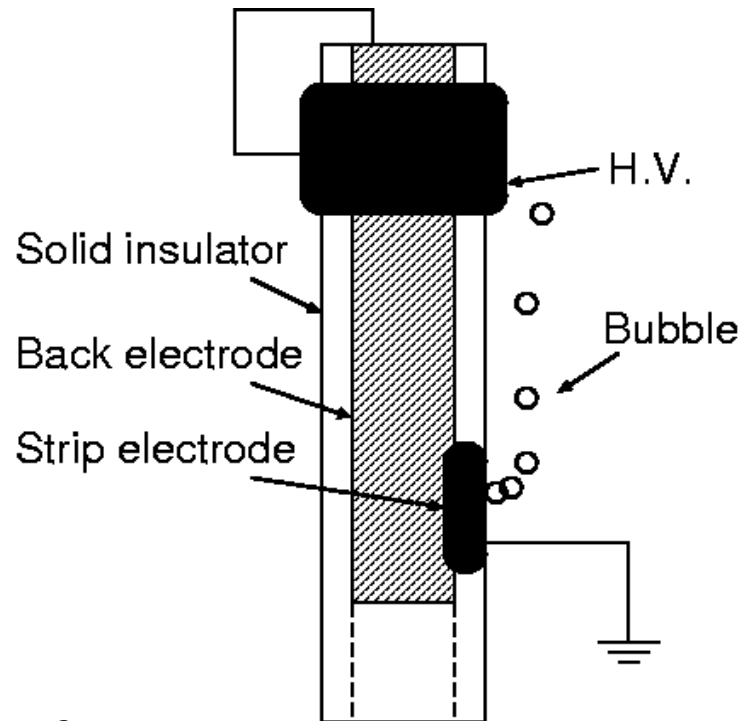
- 不平等電界でギャップ長が長いとき→影響なし
- グラディエント力で気泡は放電面から遠ざかる

浮力

$$F_b = \frac{4}{3}\pi a^3(\rho_l - \rho_g)G$$

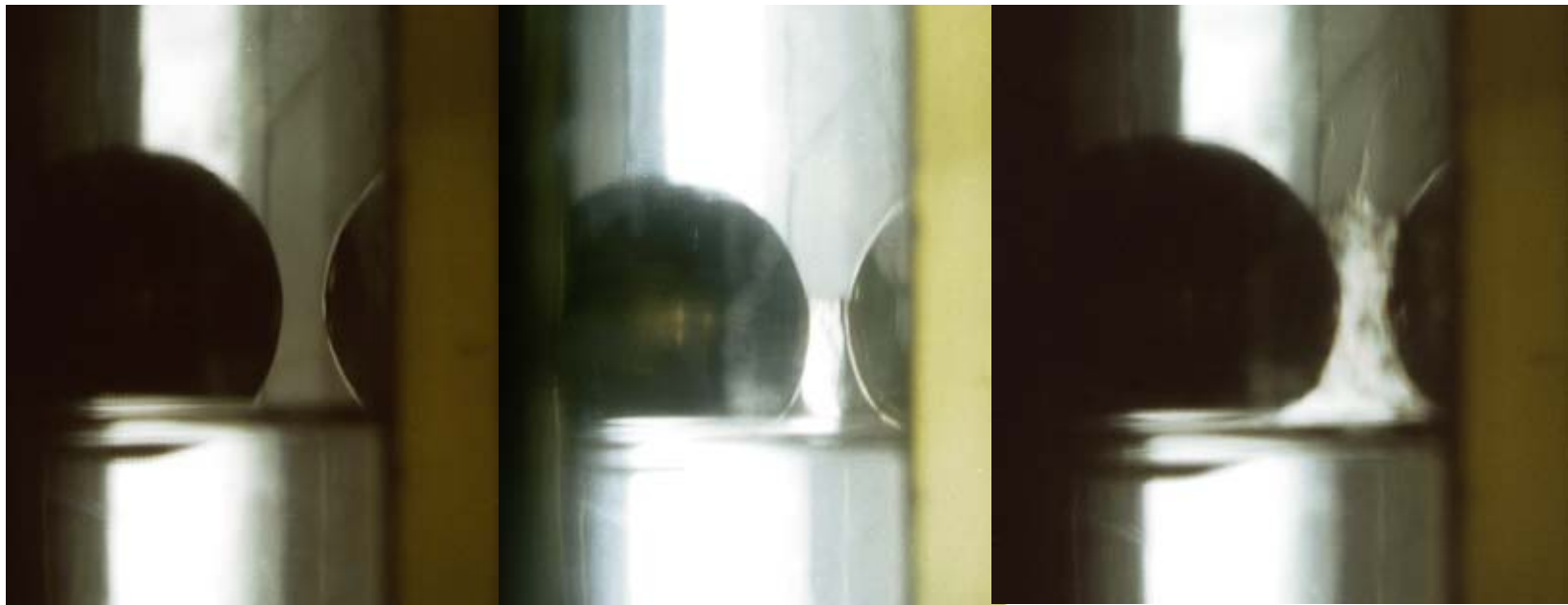
グラディエント力

$$F_g = 2\pi a^3 \frac{\varepsilon_l(\varepsilon_g - \varepsilon_l)}{\varepsilon_g + 2\varepsilon_l} \text{grad}E^2$$



20mm ϕ Sphere-sphere, Gap length = 2.6mm

L.N₂



V=0

V=32kV

V=52kV

まとめ

- 超電導発電機
 - 構造 $\longleftrightarrow$ 特性
 - 有限要素法(差分3次元)
 - 並列運転
 - 速応励磁(なかなか冷えない)
 - 蹴上発電所
 - 配置
- エネルギー貯蔵
 - 有効無効電力制御
 - 応答性(正弦波)
 - 同期発電機ダンパー巻線の役割
 - 固有値のオンライン測定
 - 電力系統のアクティブフィルタ
- これからの類推
 - エネルギー転送回路
 - 超電導スイッチ
- 交流マグネット
- 故障電流限流器
- 超電導変圧器・リアクトルの設計
- 役立つ寒剤電気絶縁
- その他
 - 電機子巻線法
 - 有限要素法(対称座標法)

エネルギー特別研究

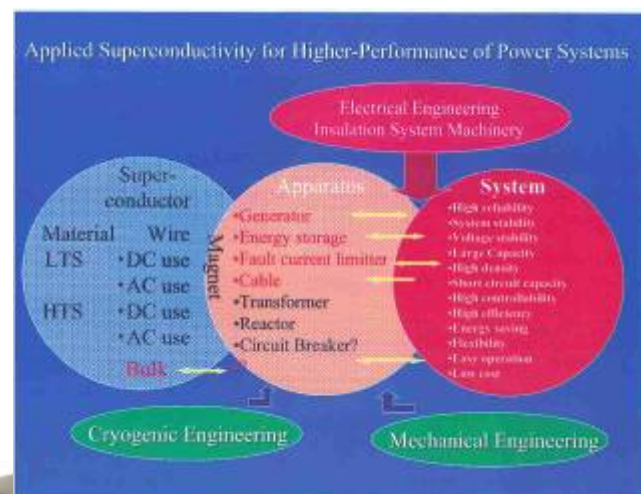
昭和55年(1980)～昭和61年(1986)

重点領域研究(エネルギー)

昭和62年(1987)～平成5年(1993)

未来開拓(エネルギー)

平成9年(1997)～平成13年(2001)



東大へきてしばらく、「東大と京大の違いは？」
「関西と東京の違いの質問多

最近は全くない

鉄道不通に見る東京と関西

着任直前：気をつけないといけないことは？
社会面に載らないこと

着任初日に言われたこと：
京大の良いところと東大の悪いところを指摘してほしい



京大

東大

講義後の学生の質問

少ない

多い(いま少ない)

回答後の応答

わかりました

ありがとうございました

教室会議

報告会

意見交換・議論(若い方)

教員室と研究室

近く

別→近く

OB教員との接触

校費旅費

○

助手, 教室

海外出張

パスポート

簡単
教室会議報告・お土産→廃止(残念)

追加面積

話し合い

お金(外部資金:無料)

卒論審査

審査教員

3年生も参加

修論審査

公聴会

審査教員

博士審査

公聴会

審査教員(助教授)

建物

ほぼ電気系

他学科と同居

修士課程

講義
インターン
(学生を呼出)

講義
修士実験
学生が連絡

大学院(修士・博士)

輪講

博士課程

講義
博士演習
学生が連絡

雑感(主観)

学生

多種多様

2分化?(目標?)

教育方針

勉強しない人の
邪魔をしない?

責任を持って優秀な学生を輩出?

環境

世間とは??

世間と

挨拶の機会が多い

嘗て、東大の人はプレゼンテーションがうまい、なぜ?判明

学生との雑談

石を炊いたらおいしい

無理・無駄・ムラをなくしたら無気力になった(兄が呼んでいた蛍雪時代より)

脇目を振って研究する

NO.2

1／(温故知新)

MITの創立の精神:現在の生産過程の効率を少し上げる

日本は図書館が発達していないときの話:日本人は昔から読む本は自ら買う(梅棹忠夫)

寿司職人は1人前になるのに10年:電気工学は2~2.5年で卒業

誰でも最初は初めてである. 経験は問わない

体にいいこと??

チャーチルの言葉:51%の圧倒的支持を受けた

水清くして不魚住

うまくいかないとき, 飯を食べよう(休憩)

卒論は重要:素人を生かそう. 素人を利用

大学評価に参加して,
全ての大学に特長がある.

一部変更は危険である.

創造性をつぶす方策が22条ある

物事は最低2点から見よう

転んだら周辺を見てから立ち上がろう

物事をざっくり見る

専門書の装丁⁵⁰

電気系の人気凋落

東大にきてから、5年ほどから、責任

人気はないが、きている学生は優秀

不人気の理由に一部は嘗ての人気のあったときの理由と同じ？

目に見えない

目に見えることが要求される？

数学を使う

難しいのは？

色々なことができる可能性

つぶしがきく

方向性がはっきりしない

電気製品

分解・工作

複雑

一生懸命勉強しても

報酬

事故の責任

電気関係企業の収益力、競争力の低下
(H19電気学会全国大会シンポジウム
7-S11-2 佐藤文昭氏より)

1980年後半から1990年代前半に差が拡大

他学科の電気化

電気系に飛躍が見えない？

寄与がない, 少々残念 現在進行中には寄与?

大学生活44年:いろいろありましたが,
先輩, 同輩, 特に後輩の方, 事務・技術職員の方のおかげで
大変有意義でありました.
ありがとうございます.

その分
非常にご迷惑を掛けましたことを
お詫び申し上げます.

東大生活11年は大変幸せでありました.

この期間,
研究上, 学会, 委員会で色々勉強ができました.
ありがとうございました.

本当にありがとうございました.

