

H22年度卒論配属のための研究室説明会

2009年10月28日

“限界”を超えた新材料の創生!

尋常ではない巨大な物性を持ち、かつ環境にやさしい
“夢”の電子セラミックスを創る



和田 智志 (わだ さとし)
(山梨大学 工学部 応用化学科)

Office: 総合研究棟5階507号室

Phone/Fax : 055-220-8555

E-mail : swada@yamanashi.ac.jp

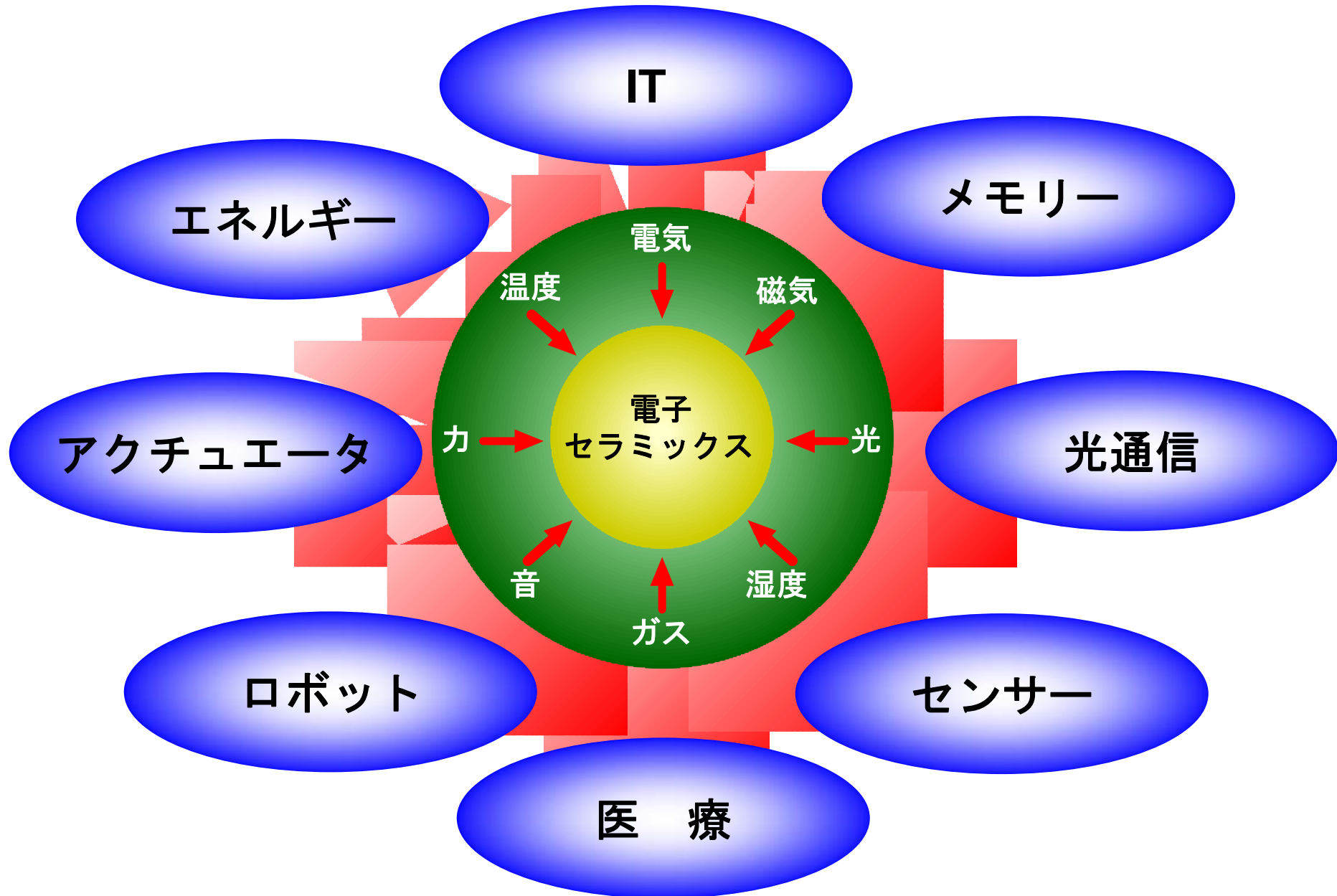
“ 夢 ”

“ Dream ”

のある

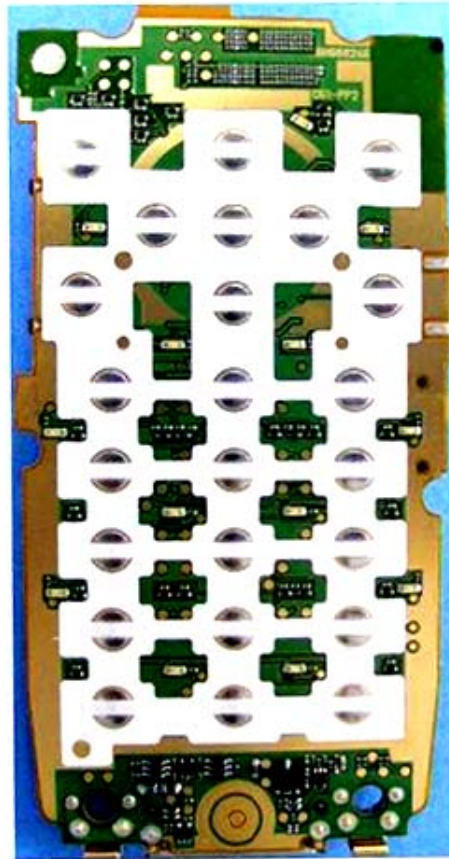
新材料の創生

電子セラミックスって何？

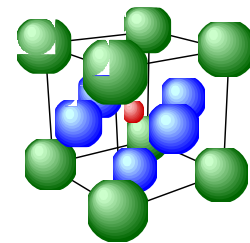


身近に使われている電子セラミックス

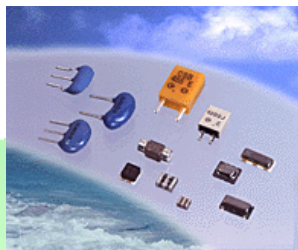
携帯電話



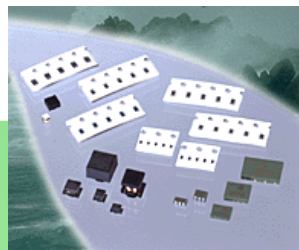
社会を支える電子セラミックス



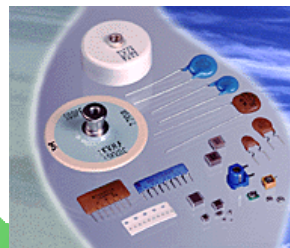
発振子



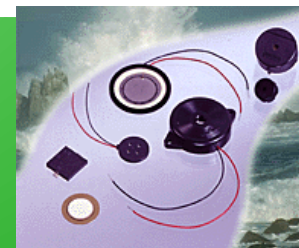
EMI除去フィルタ



コンデンサ



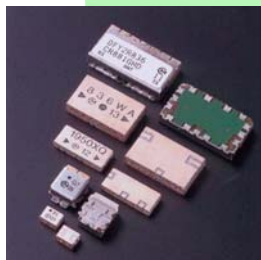
圧電発音部品



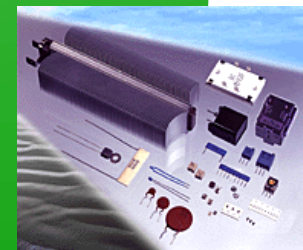
誘電体アンテナ



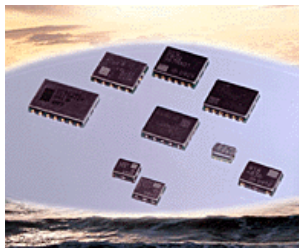
誘電体共振器



サーミスタ/抵抗器



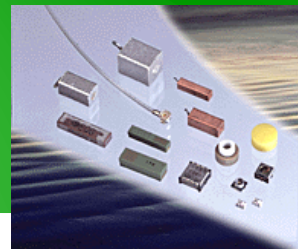
高周波モジュール



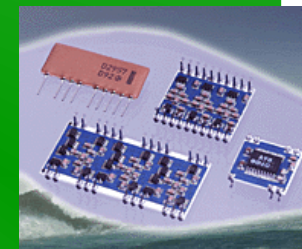
通信機器用フィルタ



高周波コンポーネンツ



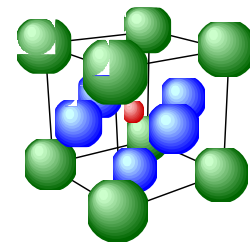
通信機器用モジュール



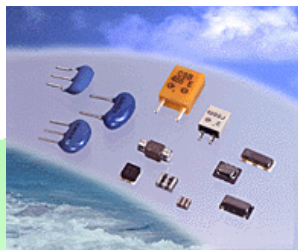
コイル



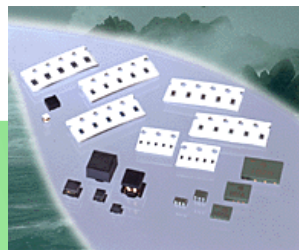
社会を支える電子セラミックス



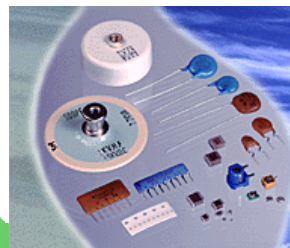
発振子



EMI除去フィルタ



コンデンサ



圧電発音部品



誘電体アンテナ



誘電体共鳴器

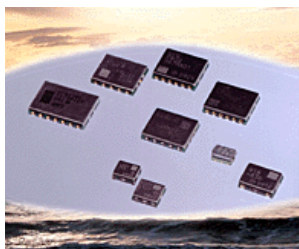


抵抗器

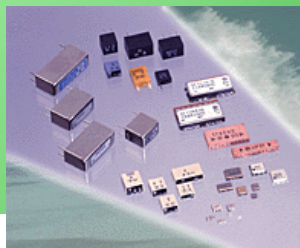


Wonder Stone!!

高周波モジュール



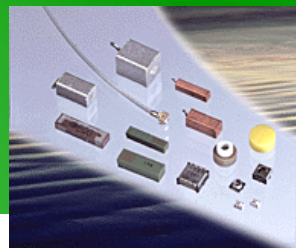
通信機器用フィルタ



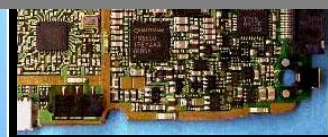
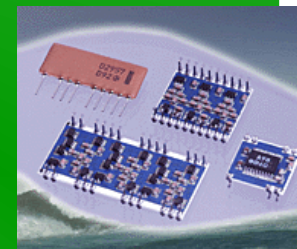
コイル



高周波コンポーネンツ



通信機器用モジュール



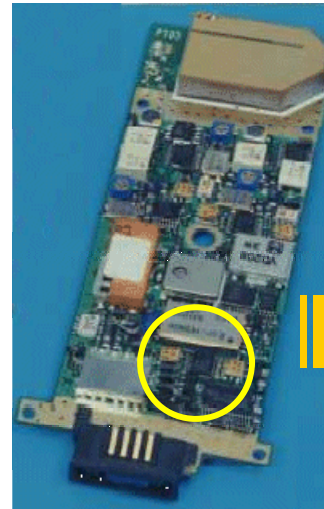
現在、用いられている圧電セラミックス

Ceramics resonator
for CPU



CPU

Ceramics resonator
for time counting



Mobile phone



ceramics filter

©Fujitsu Laboratories, Ltd.



Inkjet printer head

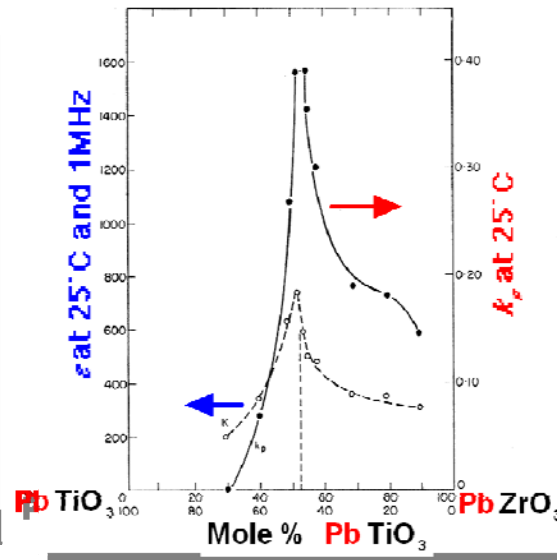
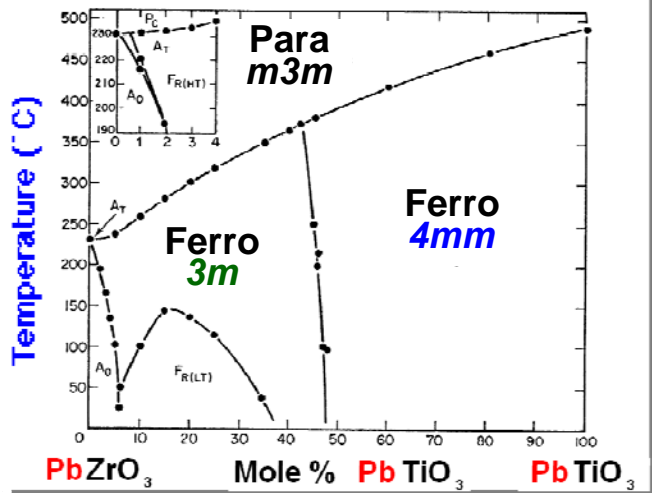


ceramics actuator

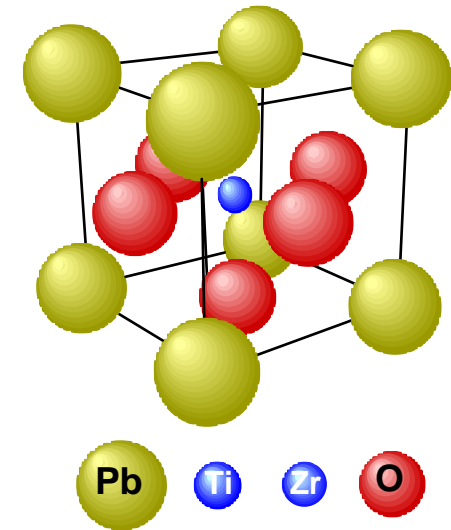
© NGK INSULATORS, LTD.

現在、用いられている圧電セラミックス

Pb(Zr,Ti)O₃ ceramics



Perovskite structure



Poled PZT ceramics

ϵ_{33}^T :	> 1,000
d_{33} :	> 500 pC/N
\square_{33} :	> 70 %
Q_m :	> 1,000



- ceramic filter
- ceramic gyroscope
- ultrasonic transducer
- transformer
- ultrasonic motor

European



In Europe

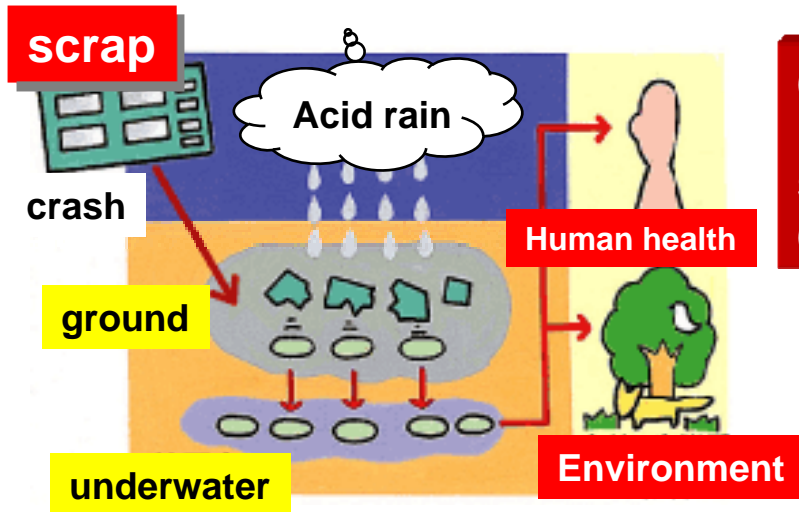
Restrictions on the use of certain Hazardous Substances (**RoHS**) directive

From **1 July 2006**, **new electrical and electronic equipment** will not contain **lead, mercury, cadmium, and so on**.

Directive on End-of-life Vehicles (**ELVs**)

From **1 July 2003**, **manufacturers of vehicles, material and equipment** will be encouraged to reduce the use of hazardous substances including **lead**, and increase the use of recycled materials.

Acid rain problems



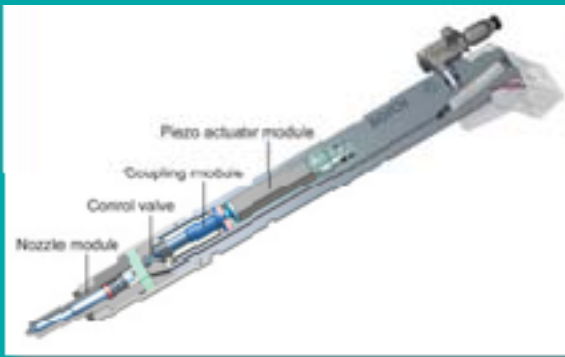
- (1) protect human health and the environment by restricting the use of certain hazardous substances in new equipment.
- (2) complement the WEEE Directive.

Up to 2006



New development of lead-free piezoelectrics

Actuators in electric devices



Fuel injection system in diesel engines



PZT piezoelectric actuator

$\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ [PZT]
Solid solution between
 PbTiO_3 & PbZrO_3



Ink jet printing system



PZT piezoelectric actuator

Piezoelectric constant

d_{33}

Curie temperature

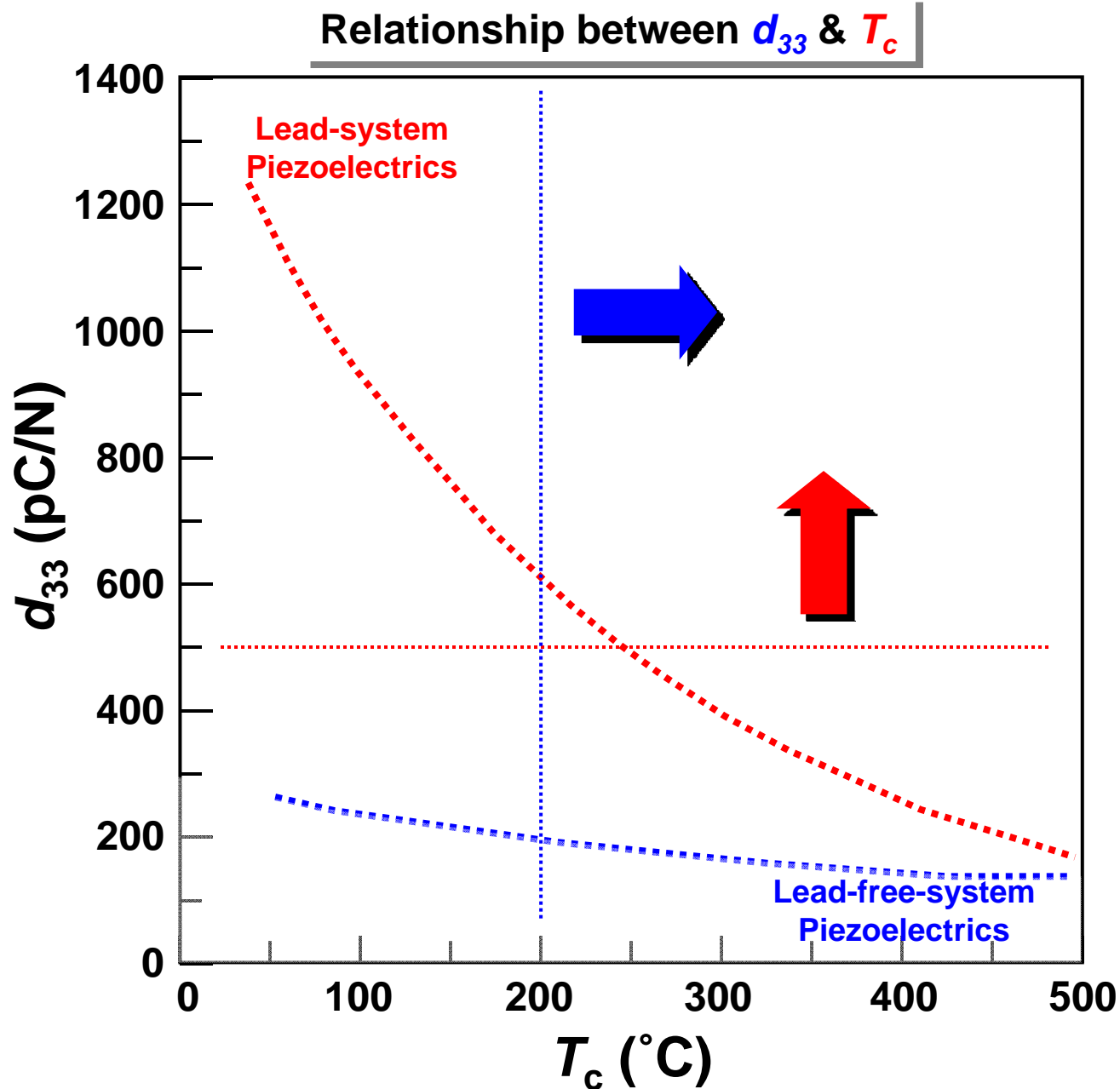
T_c

Requirement

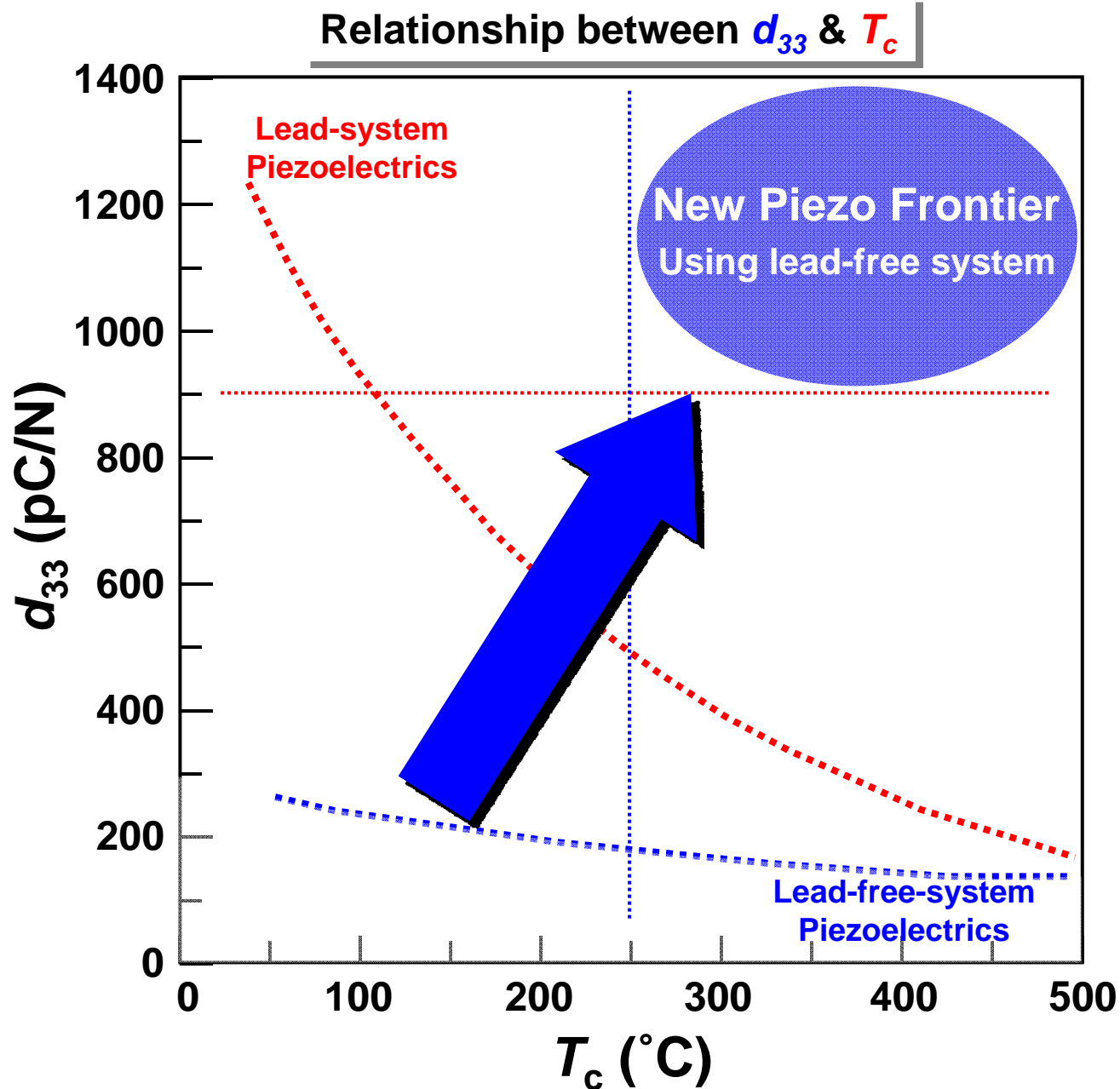
$> 500 \text{ pm/V}$

$> 200 \text{ }^\circ\text{C}$

Piezoelectric performance in materials

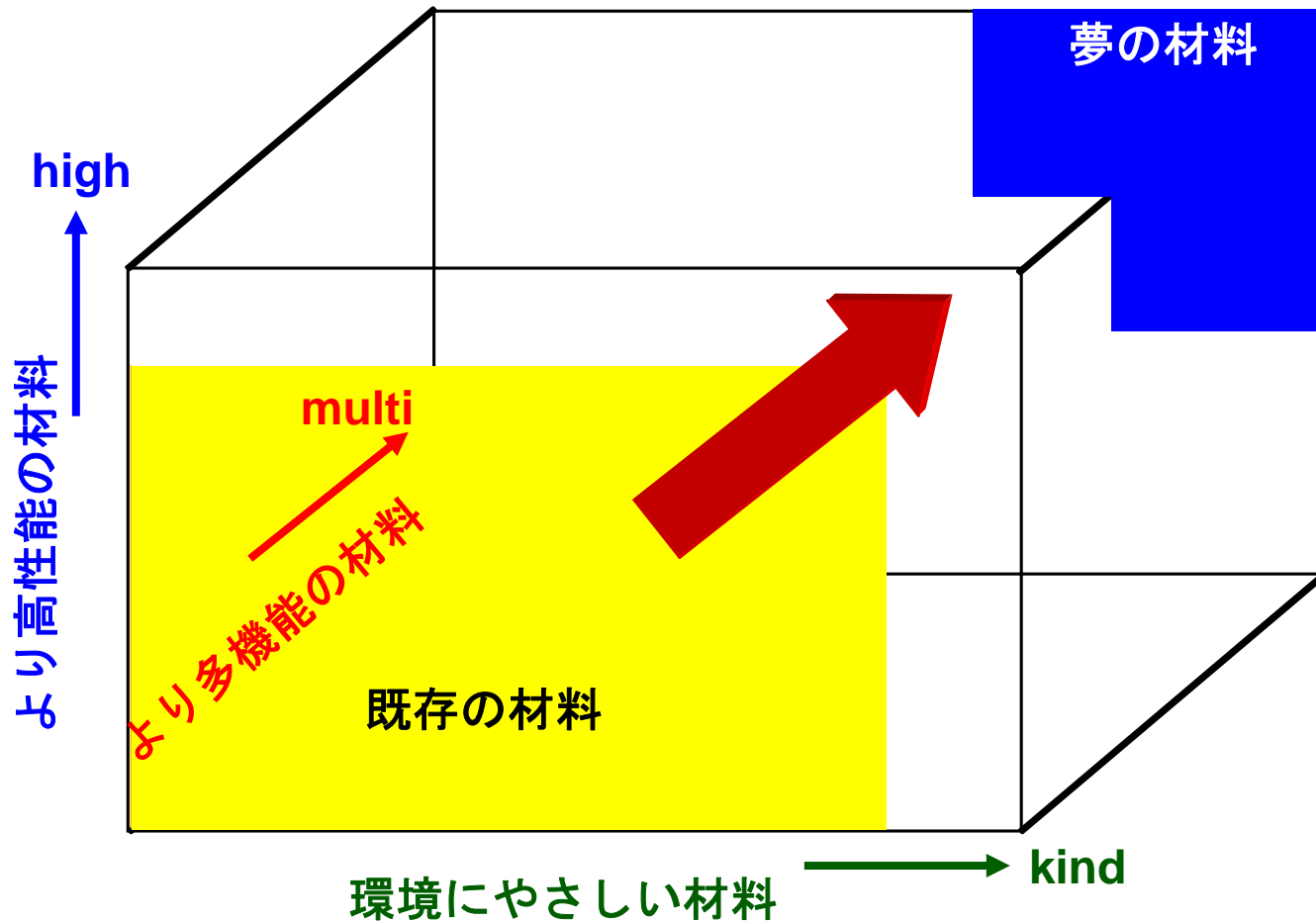


Piezoelectric performance in materials



人類社会から材料科学への要求

より高性能、多機能、かつ環境にやさしい夢の材料



この矛盾する要求をどのようにして満足させることができるのだろうか？

人類社会の進展

エネルギー問題

人口問題

食料問題

資源・水問題

医療問題

(1)高度情報化

(2)ボーダレス・国際化

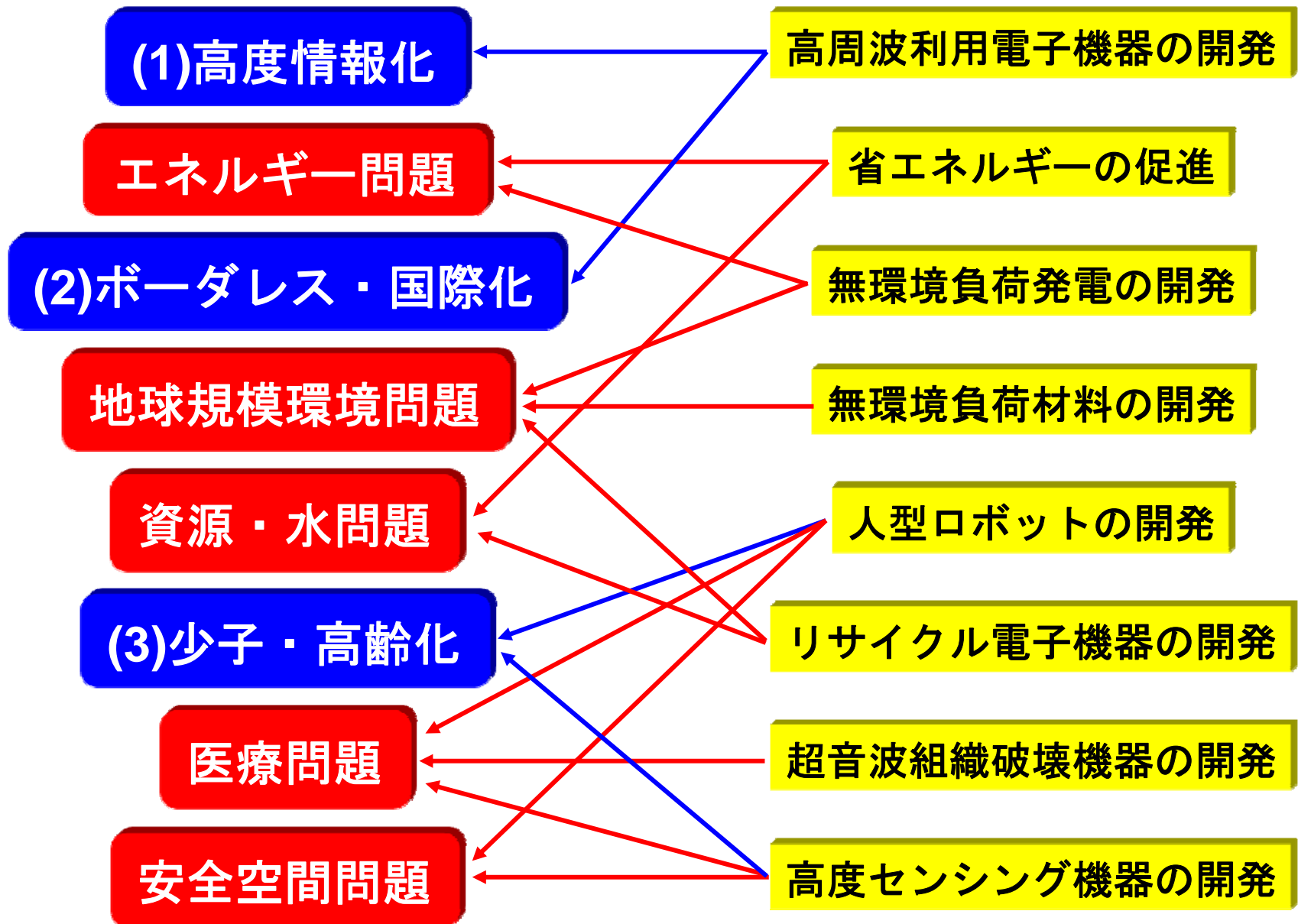
(3)少子・高齢化

(4)価値の多様化・多角化

地球規模環境問題

安全空間問題

社会と電子機器・デバイス



圧電発電の可能性

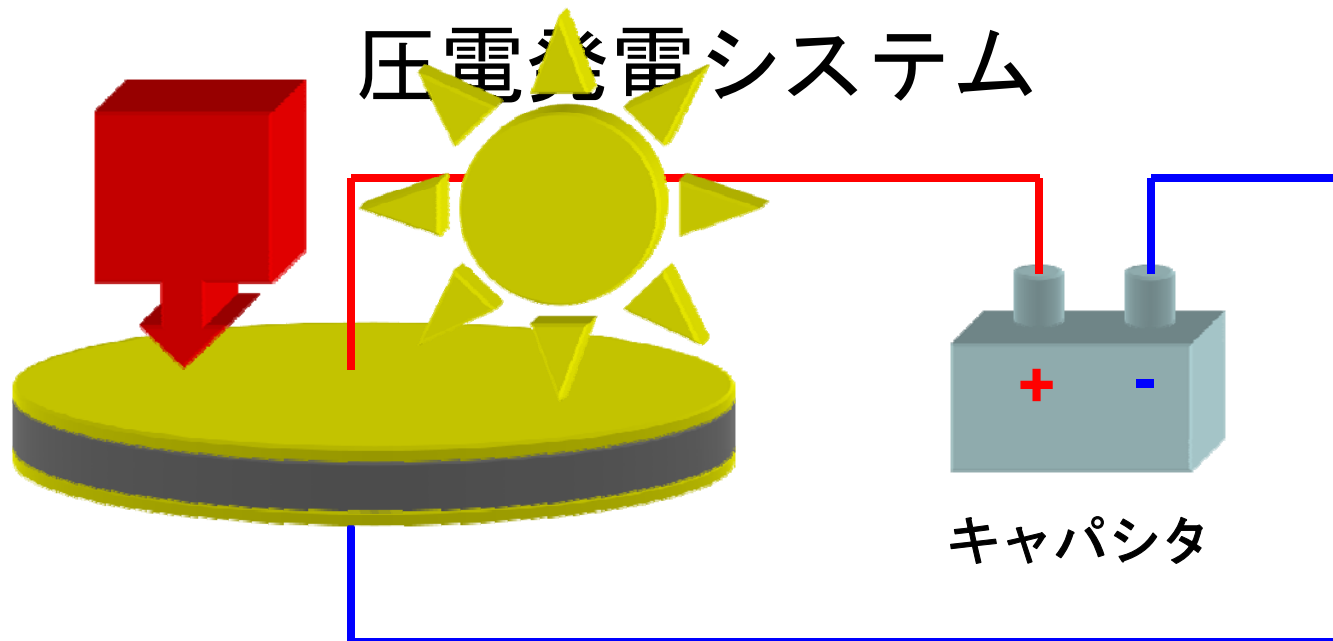
圧電材料に応力を印加



正圧電効果により、電圧が発生



圧電材料に力を加えることで、発電が可能



圧電発電の可能性

身近な例

もしも、靴底に**圧電アクチュエータ**を入れて、
歩く行為を**電気エネルギー**に変換できたとしたら・・・

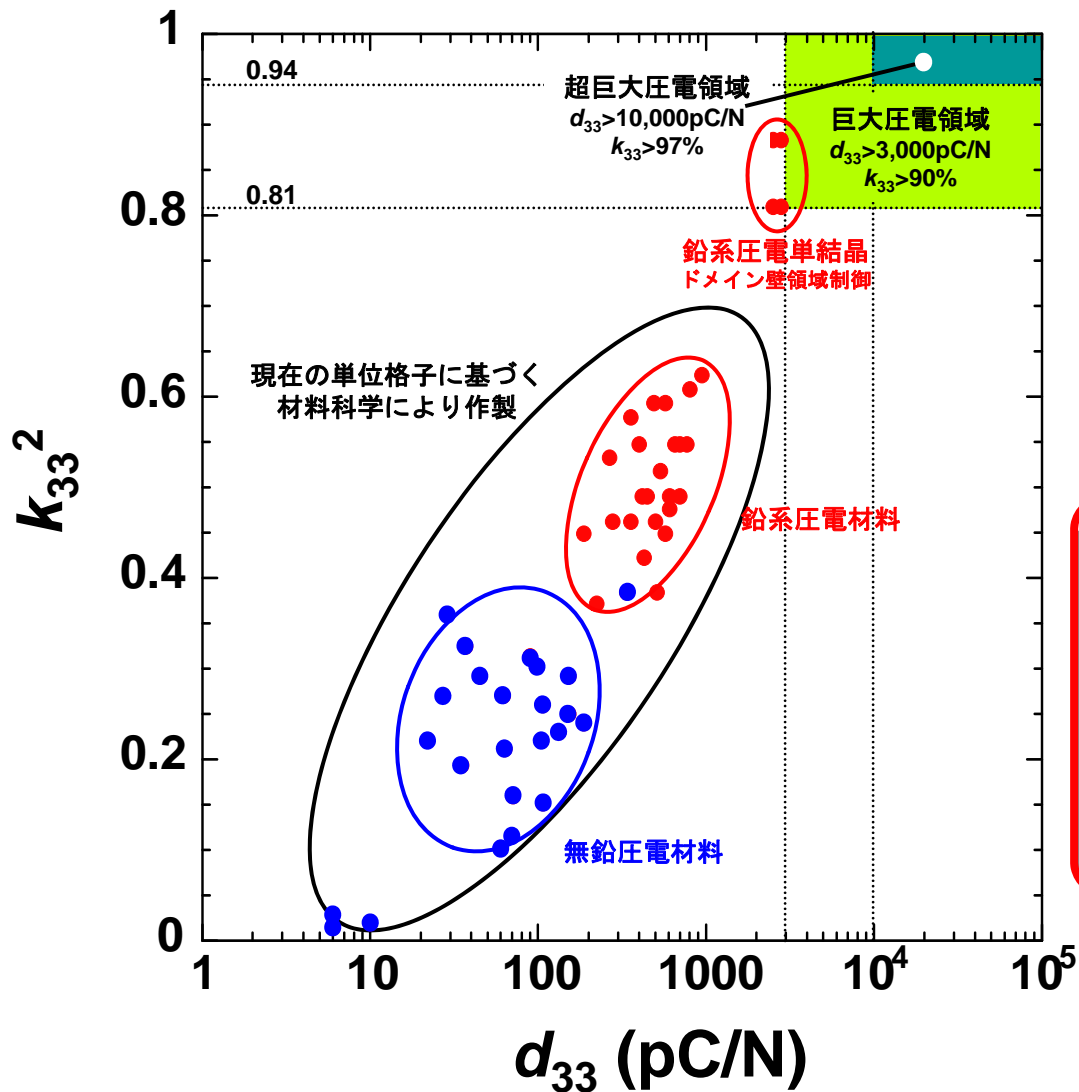


大まかな予測

通常性能の圧電体 ($d_{33} \sim 500 \text{pC/N}$ 程度) を使用した場合

3万歩程度の歩行により、MP3プレイヤーを数時間
動かせる電力の蓄積が可能？

既存の圧電材料における 圧電定数 d_{33} と電気機械結合係数 k_{33} の関係



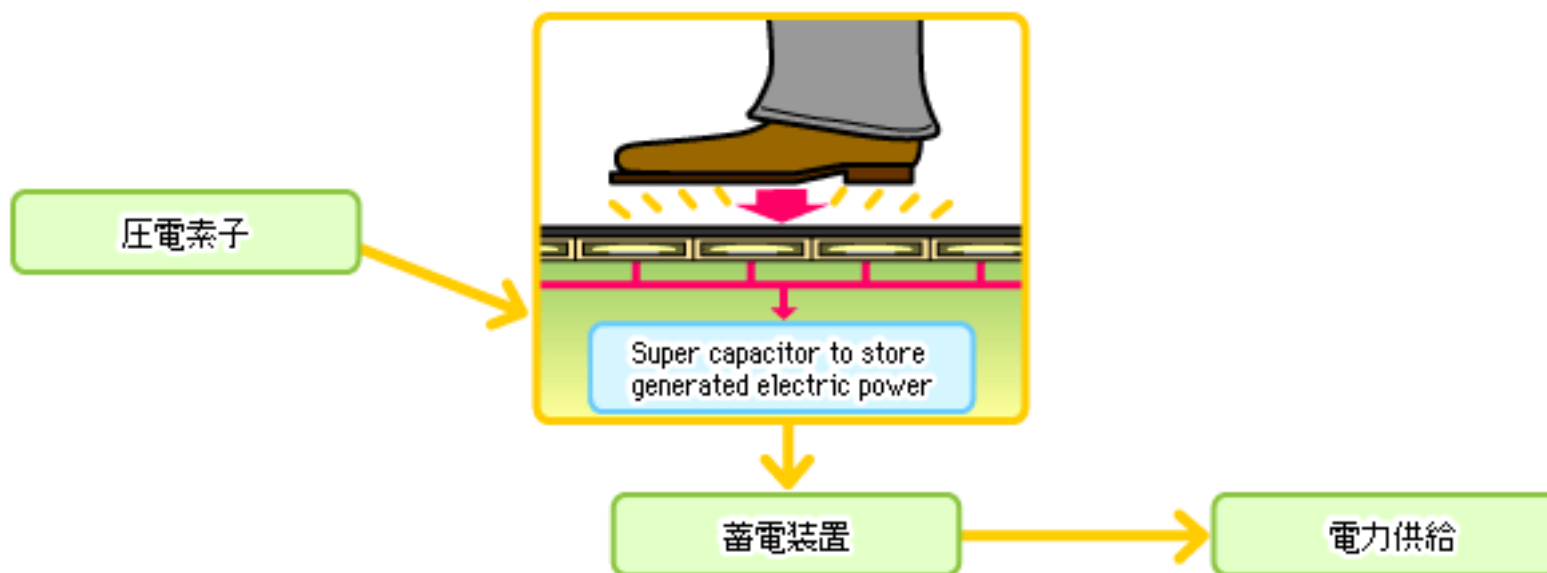
従来システム：2-3mWの発電が限界

巨大圧電体：20-30mW

超巨大圧電体：200-300mW

超巨大圧電積層体：
2-3Wの発電が可能

発電床プロジェクト



圧電発電プロジェクト



大規模化による巨大発電は可能か？

(1)道路の直下に、圧電セラミックスを埋設する

(2)鉄道のレールに、圧電セラミックスを埋設する

人類のため、地球のため、新しい発電様式を確立したい

現時点では、問題点は山積み、地道な解決が必要。

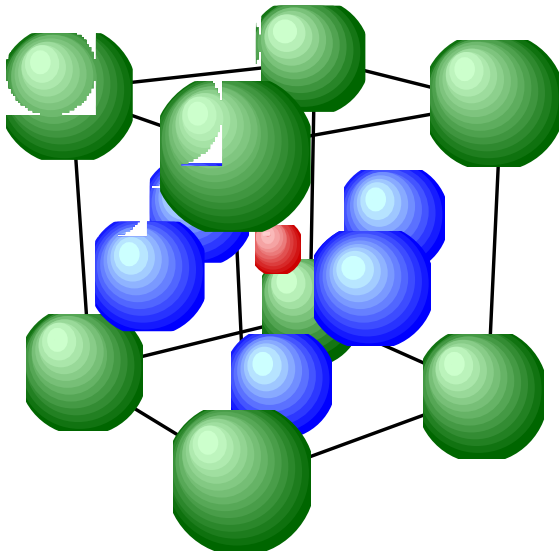
10年後のプロジェクトXか？



どうやって、これらの問題を克服するの？

これまでの材料科学

単位格子



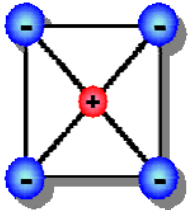
単位格子の均一周期構造



単位格子の持つ対称性、原子種類に基づく通常の物性が発現

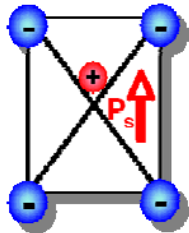
どうやって、これらの問題を克服するの？

Paraelectrics



$Pm3m$

Ferroelectrics



$P4mm$



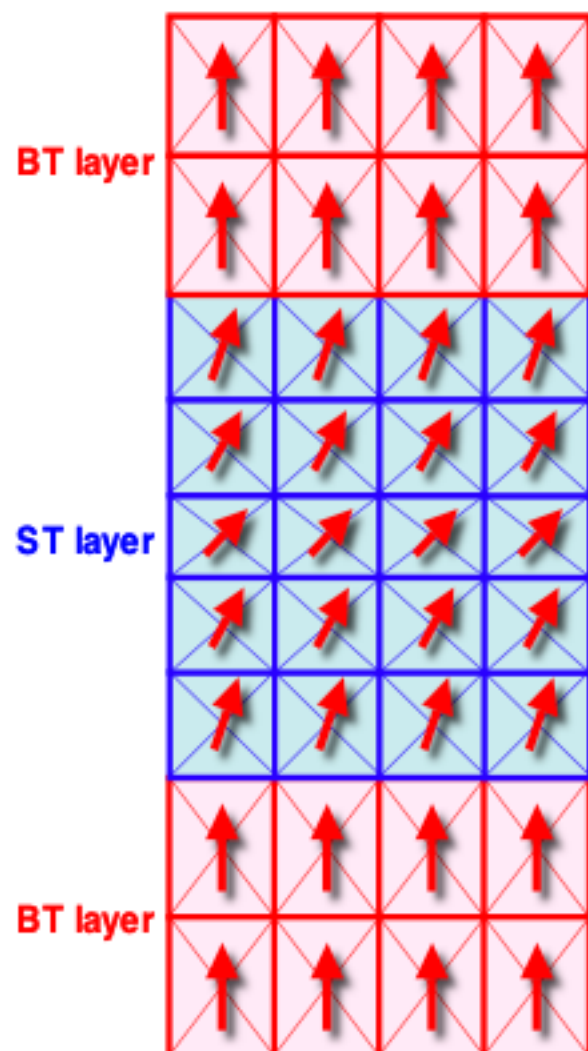
BaTiO_3 (BT) / SrTiO_3 (ST)

Interface to relax lattice mismatch between two different structures

What are polarization vector and crystal structure at interface?

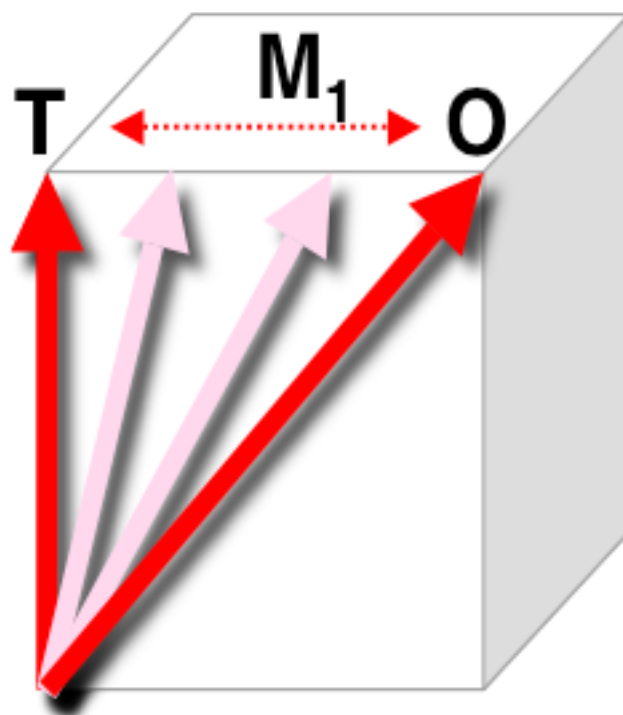
どうやって、これらの問題を克服するの？

Origin of high dielectric property for 1D BT/ST superlattice films



Polarization Rotation Mechanism (PRM)

By external fields such as electric, stress and magnetic fields and temperature



Expectation of Ultrahigh Property

どうやって、これらの問題を克服するの？

新しい材料科学

単位格子の不均一周期構造



歪みによる構造傾斜領域の導入による新規対称性の導入

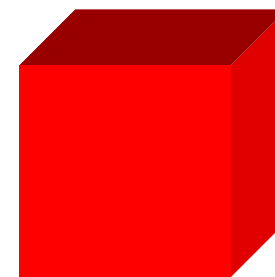
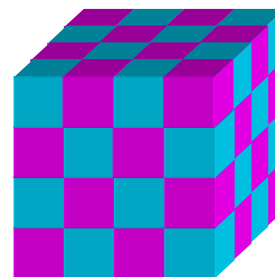
単位格子の持つ対称性、原子種類とは異なる超巨大物性が発現

特定の元素に依存しない材料科学

今、何を研究しているの？

(1) “3次元ナノキューブ集積体”プロジェクト

B4

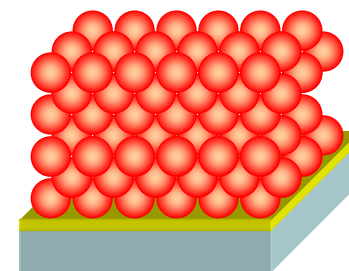
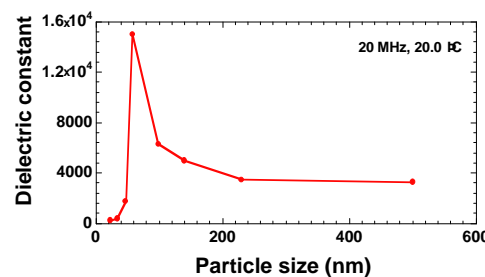


(2) “多層ナノキューブ”プロジェクト

M1

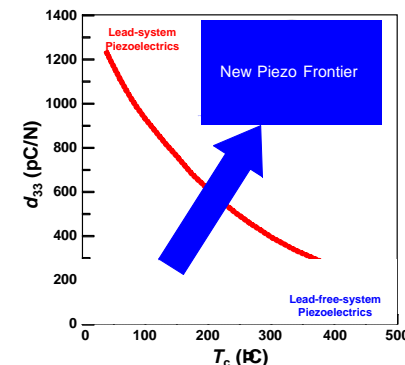
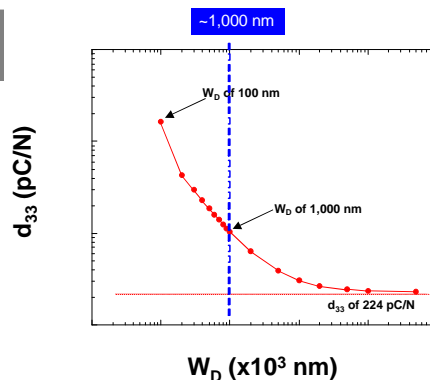
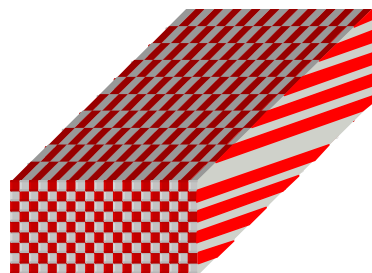
(3) “高誘電率ナノ粒子集積膜”プロジェクト

M2 & B4



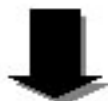
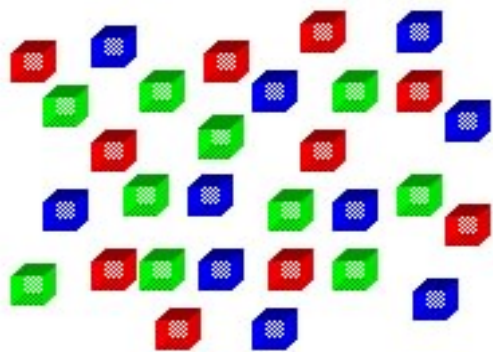
(4) “非鉛系新規圧電材料”プロジェクト

M2, M1¹, M1², M1³, B4¹, B4², B4³

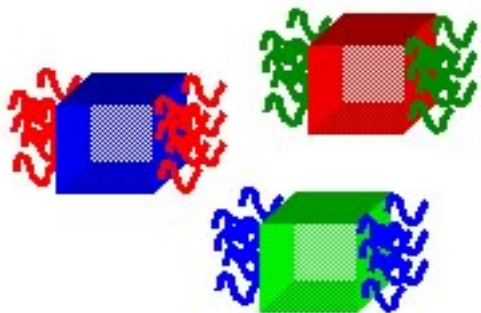


ナノキューブ集積3次元人工超格子

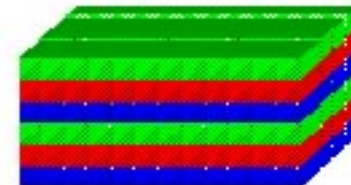
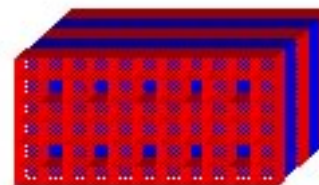
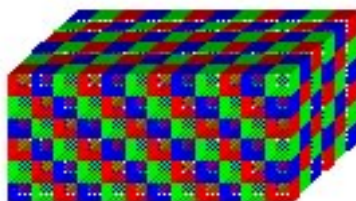
Nanoparticles



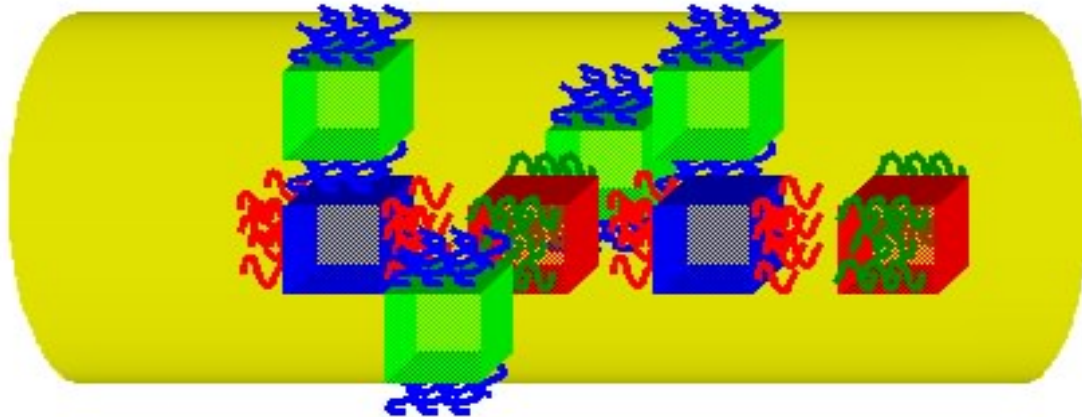
Selective Adsorption of External
Fields Sensitive Polymer



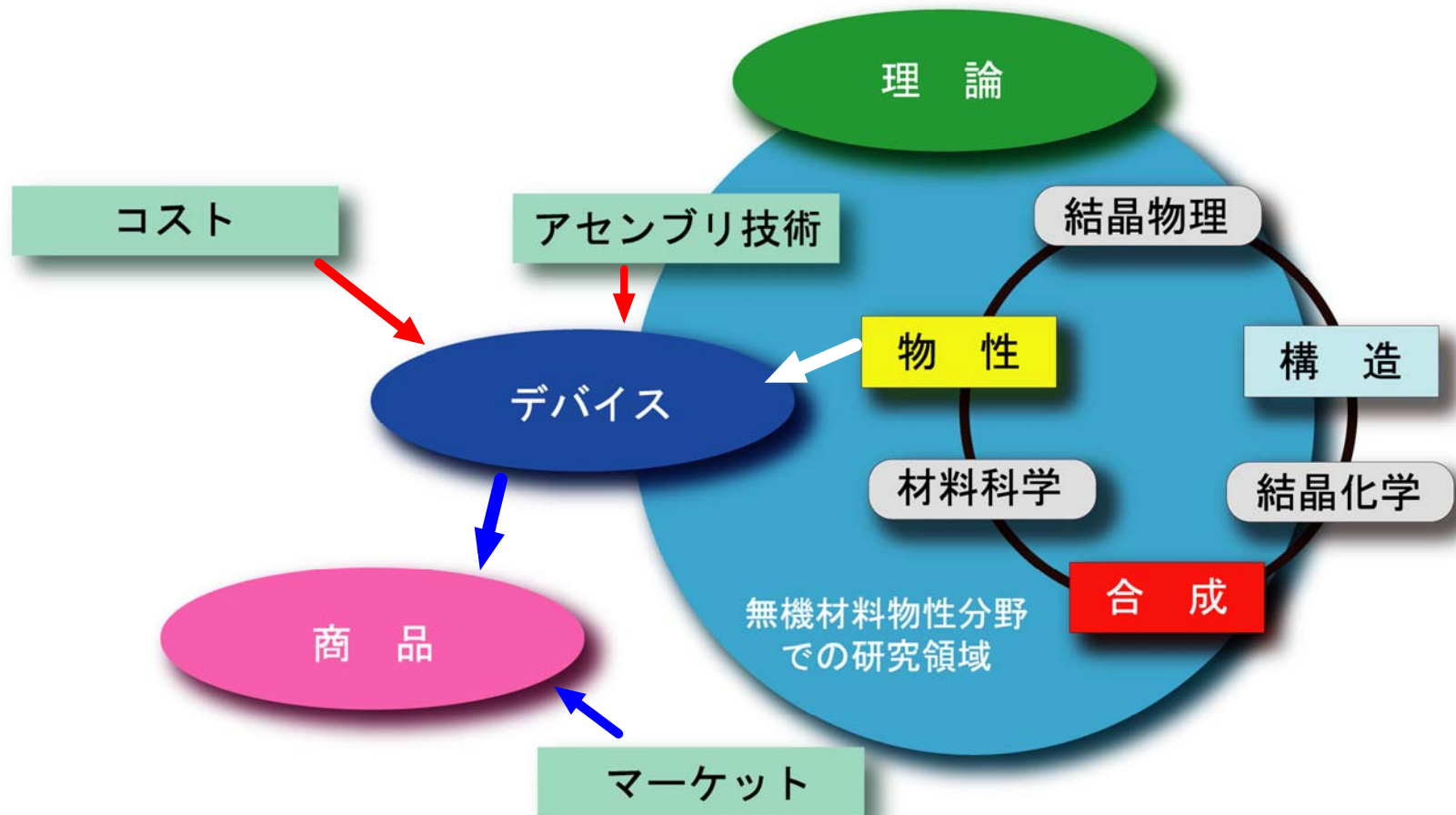
Nano-Assembly Metacrystals



Assembly using External Fields



和田研究室の研究領域



研究の目的

科学への貢献

酸化物結晶における
電気物性・光学物性 に注目

酸化物結晶の形態
薄膜、セラミックス、単結晶

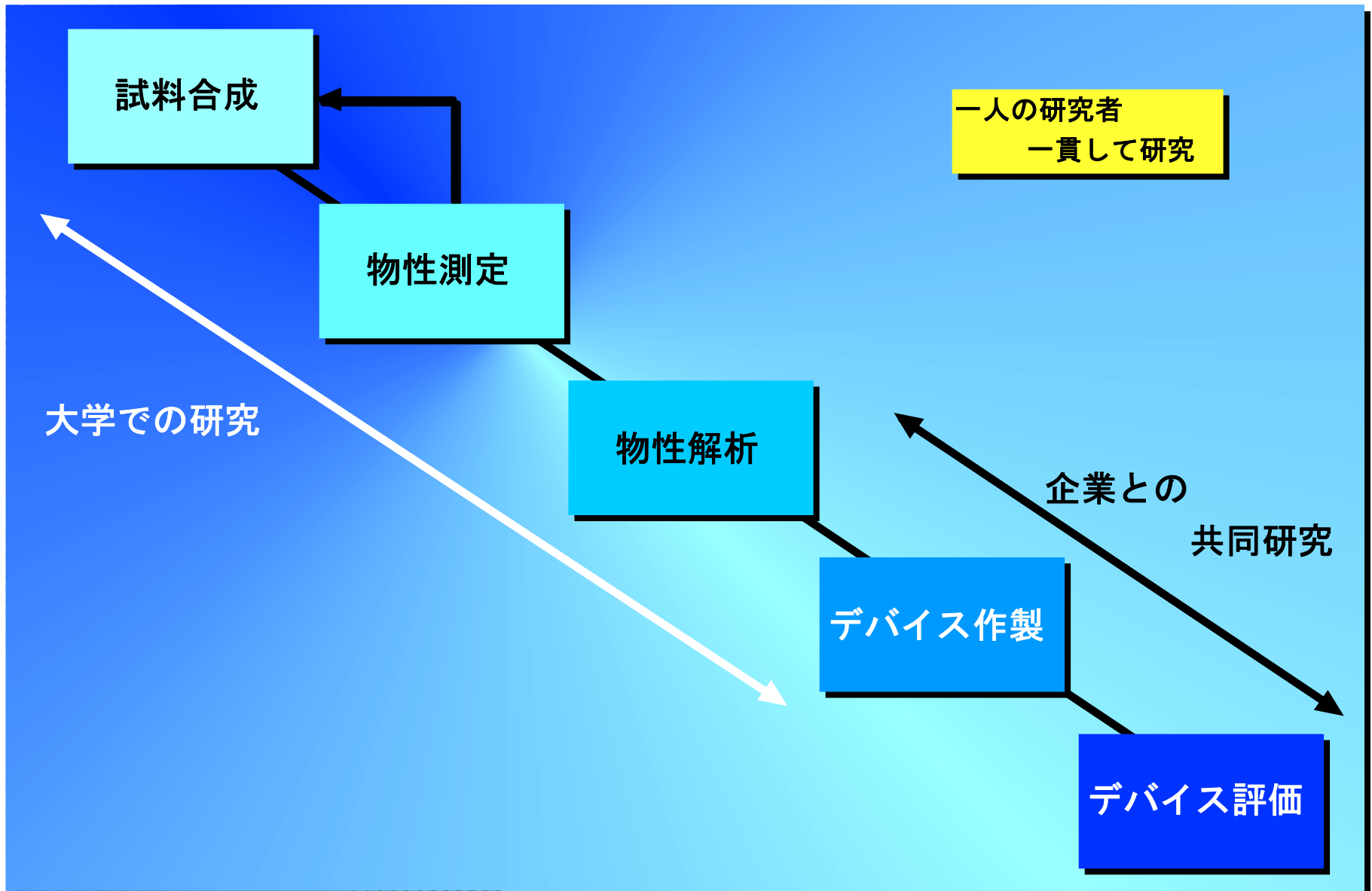
電気物性・光学物性における
基礎データ・基礎的知見

社会への貢献

新規デバイス の提案

新規デバイス開発

研究の特徴



研究テーマの設定方法

研究テーマの選び方

- (1) 社会に貢献できる研究
- (2) 世界をリードできる研究
- (3) 0を1にする研究

研究テーマの決め方

- (1) 現状での問題点の把握と将来における予測
- (2) 新しい発想による問題点の解決手段の提案
- (3) 実現化へのシミュレーション
- (4) 既存の研究調査
- (5) 予備実験
- (6) 研究テーマの決定

和田研究室のモットー

(2008年10月01日設定)

Just do it!!

Deeds, not Words!!

和田研究室のモットー

(2008年10月01日設定)

Just do it!!

Deeds, not Words!!

まず、やってみよう！

和田研究室メンバー

(2009年10月28日現在)

スタッフ

教授	和田 智志
ポスドク	ピータ・プルパン
事務員	渡邊 園子
技術者	湯泉 正喜

学 生

博士課程3年(D3)	0名 (大歓迎)
博士課程2年(D2)	0名 (大歓迎)
博士課程1年(D1)	0名 (大歓迎)
修士課程2年(M2)	2名 (近藤、大和)
修士課程1年(M1)	4名 (後藤、清水、志村、森)
学部4年生(B4)	5名 (岩月、喜多、島村、間瀬、山下)

(B4全員が本学大学院に進学予定)

***和田研究室は、2007年、3月に発足**

研究室に所属すると何がかわるか？

研究室に所属すると皆さんの生活様式はおそらく一変するでしょう。本研究室の場合は、以下ようになります。

- ・ 土曜、日曜を除き毎日大学に来る。机とロッカーは人数分用意されています。(土曜、日曜についても自分で必要と思えば来ればいいし、必要ないと思えば来る必要はありません)
- ・ 同級生よりも研究室の中でのつきあいが多くなる。飲み会や各種の遊び、また、実験旅行もあります。とにかく一生懸命に遊んで下さい。
- ・ 大人として処遇される。自分の研究、勉強は自分で計画を立てて行う。一生懸命に勉強、研究をして下さい。
- ・ 研究成果を、国内外の学会発表や論文発表し、公開する。

4年生（国内会議:1回）修士（国内会議:1回以上、国際会議:1回以上）

修了前に、海外で発表しよう！



J. ERHART

Technical Institute of Liberec



Y. KUROIWA

Hiroshima University



D. CANN

Oregon State University



D. DAMJANOVIC

Swiss Federal Institute of Technology EPFL



A. J. BELL

University of Leeds



**L. E. CROSS
T. R. SHROUT
S.-E. PARK**

The Pennsylvania State University



H. UCHIDA

Sophia University



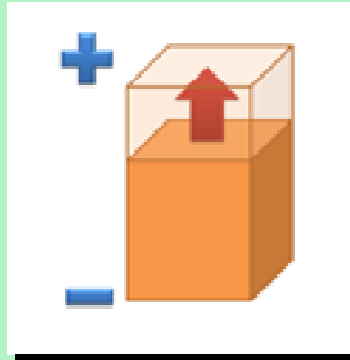
**S. OKAMURA
H. NAGANUMA**

Tokyo University of Science



M. AZUMA

Kyoto University



T. IJIMA

National Institute of Advanced Industrial Science & Technology



H. FUNAKUBO

Tokyo Institute of Technology

Elements Science and Technology Project



**S. WADA
N. KUMADA**

University of Yamanashi



T. FUKUI

Canon

就職先は大丈夫？

どの研究室へ行っても共通することですが、昨今の就職状況はきびしく山梨大もその例外ではありません。

- ・ しっかりした価値観を持つ。（これがないと希望会社が決まらない）
- ・ しっかり勉強する。特に基礎学問の知識と実力が重要。
- ・ 人の前で自信をもって発表できる研究をする。（テーマも重要）
- ・ 勉強、研究以外で得意なことを作る。（研究室生活を充実してすごせばOK）

2007年度: TDK (B4)

2008年度: 山梨県庁(M1)、進学(B4全員)

2009年度: 本田技研(M2)、公務員希望(M2)、進学(B4全員))

本研究室の学生を希望している会社リスト

大学院生の希望大

- 1) 村田製作所、TDK、太陽誘電、京セラ等の電子部品メーカー
- 2) 日東電工、日立化成、富士チタン、石原産業、堺化学工業等の素材メーカー
- 3) 本田技研、パナソニック、東芝、CANNON、RICOH、SAMSUNG等のセットメーカー

和田研究室メンバー

(2010年4月以降はどうなるの?)

スタッフ

教授 和田 智志

ポスドク ピータ・プルパン

事務員 渡邊 園子

技術者 湯泉 正喜

学 生

博士課程3年(D3) 0名 (大歓迎)

博士課程2年(D2) 0名 (大歓迎)

博士課程1年(D1) 0名 (大歓迎)

修士課程2年(M2) 4名 (後藤、清水、志村、森)

修士課程1年(M1) 5名 (岩月、喜多、島村、間瀬、山下)

学部4年生(B4) 4名

***今年は、4年生4名を募集しています。**

ぜひ、やる気のある方、来て下さい！

当研究室での大学院への進学希望者、大歓迎です！