

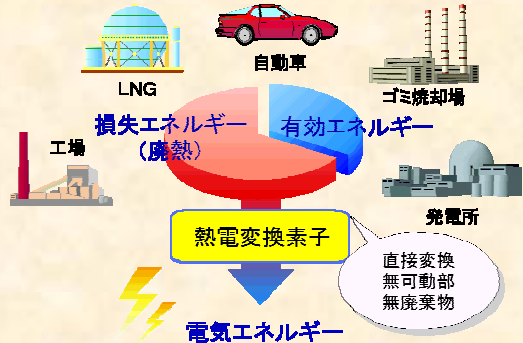
環境調和型熱電材料の開発

ー 廃熱からの直接発電によるエネルギーの有効利用 ー

熱電変換とは

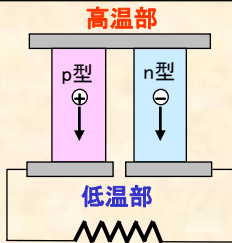
- ※ 熱エネルギーと電気エネルギーの相互変換
- ※ 環境調和型の次世代エネルギー変換システム

- 小規模・分散型熱エネルギーの有効利用
- 二酸化炭素を排出しないクリーン発電
- フロンガスを用いない電子冷却
- 小型・軽量, 長寿命・メンテナンスフリー



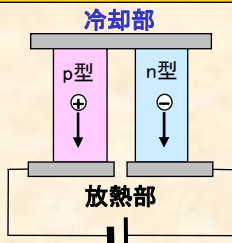
熱電変換素子の応用

熱電発電 (ゼーベック効果)

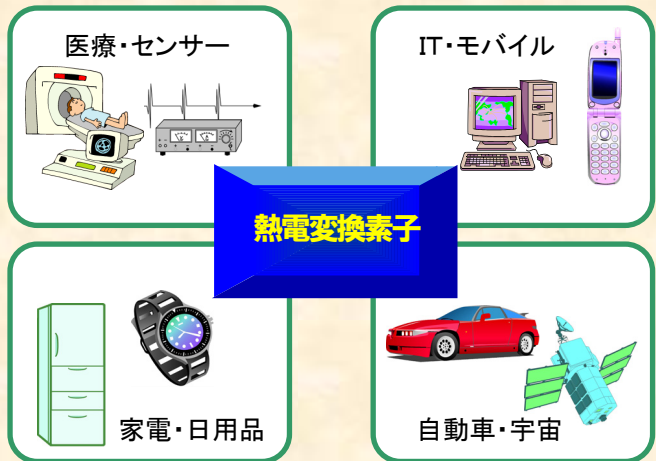


- 熱発電腕時計
- 深宇宙探査船の独立電源
- LNG (液化天然ガス) 発電

熱電冷却 (ペルチェ効果)

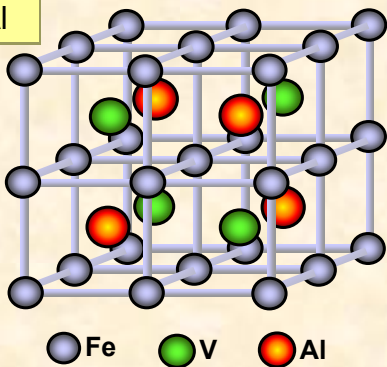


- 電子デバイスの局所冷却
- 精密恒温制御機器
- クーラーボックス



本研究室で開発した熱電材料

Fe₂VAI



- 人体に無害
- 資源が豊富
- p-n 制御可能
- 従来のBi₂Te₃を上回る出力因子
- 環境にやさしい
- 安価な原料
- 優れた加工性

従来の熱電材料

- Bi-Te, Pb-Te, Bi-Sb系
- 有害金属, 希少資源



Vサイト置換				Feサイト置換			Alサイト置換	
4A	5A	6A	7A	8			3B	4B
Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Al	Si
Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ga	Ge
Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	In	Sn
							Tl	Pb
p型				n型			n型	

元素部分置換による熱電特性制御

特許: WO03/019681A1 「熱電変換材料, その製造方法および熱電変換素子」

特開 2004-253618 「熱電変換材料」

— Fe₂VAlの熱電特性に及ぼす元素置換効果 —

熱電材料の性能

性能指数 Z

$$Z = \frac{S^2}{\rho \kappa}$$

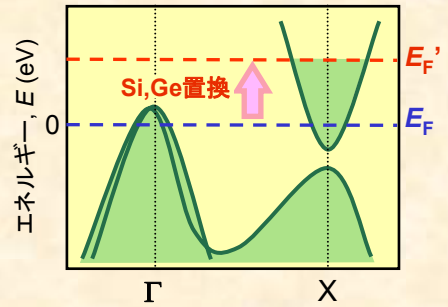
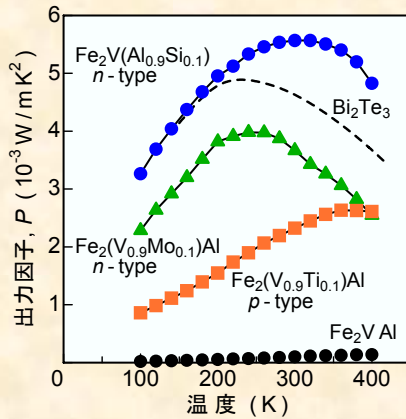
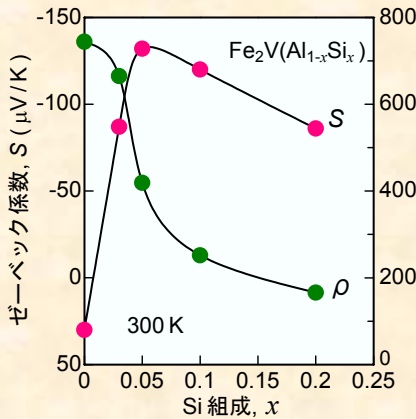
出力因子 P

熱起電力 大 \Rightarrow ゼーベック係数 S 大
 内部抵抗 小 \Rightarrow 電気抵抗率 ρ 小
 温度差 大 \Rightarrow 熱伝導率 κ 小

元素の部分置換による
フェルミ準位の最適化

重い元素の置換による
熱伝導率の低減

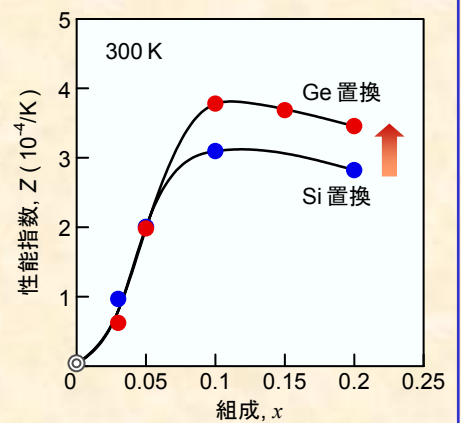
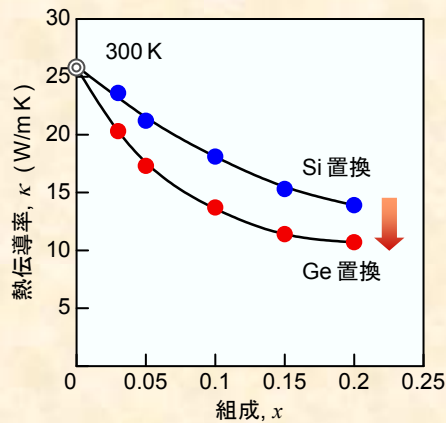
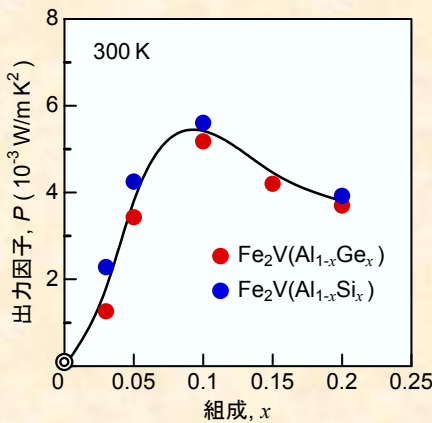
元素置換効果



フェルミ準位の最適化

ゼーベック係数 (S) の増大, 電気抵抗率 (ρ) の減少 \Rightarrow 出力因子 ($P=S^2/\rho$) の向上

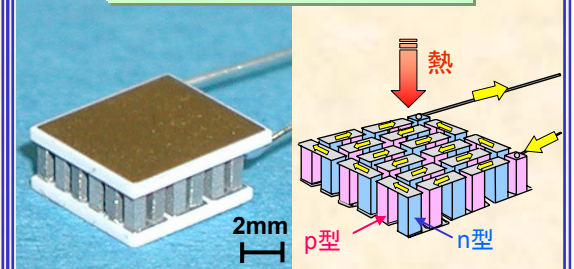
熱電性能の比較



熱電材料の設計指針

- 同族元素で置換する場合, 出力因子は元素の種類によらず増加する. \Rightarrow 電子濃度効果
- 原子量の大きい元素で置換することで熱伝導率を大幅に低減できる. \Rightarrow 質量効果

熱電モジュールの試作



研究代表者 西野 洋一

研究室ホームページ : <http://www.emat.nitech.ac.jp/solid/>