

高窒素ステンレス鋼のPEFC用 金属セパレータへの適用可能性

第1回つくば3Eフォーラム
筑波大学 大学会館ホール(3F)
2007年12月16日
(独) 物質・材料研究機構
片田 康行

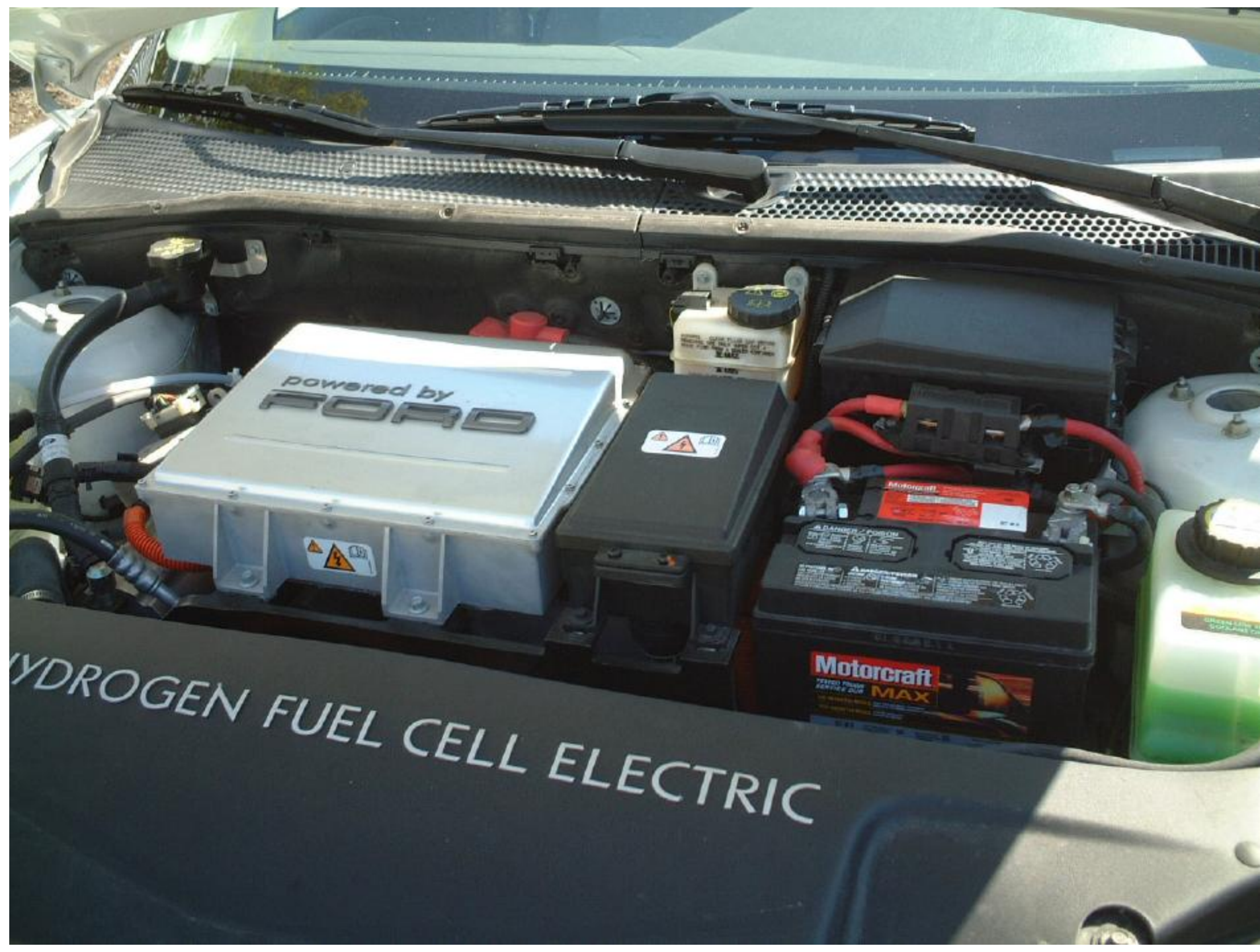
内容

- ・ 研究の背景とねらい
- ・ 高窒素ステンレス鋼 (HNS) の開発 (NIMS)
 - * 加圧ESR法によるHNSの創製
 - * HNSの機械的性質／耐食性
 - * ニッケルフリーHNS
- ・ 固体高分子型燃料電池用セパレータへの適用
- ・ まとめ



Operated by **BC**hydro

Vancouver
Fuel Cell Vehicle
Program



powered by
FORD

HYDROGEN FUEL CELL ELECTRIC

Motorcraft
MAX



D... Advanced Fuel Storage Systems™

**CASE: US HYDROGEN OR
HYDROGEN BLENDS ONLY**

NOT USE AFTER: 02/2019

DATE: 02/2004 SERIAL NO: J8895

MODEL: ZM180H350M/C

Safety

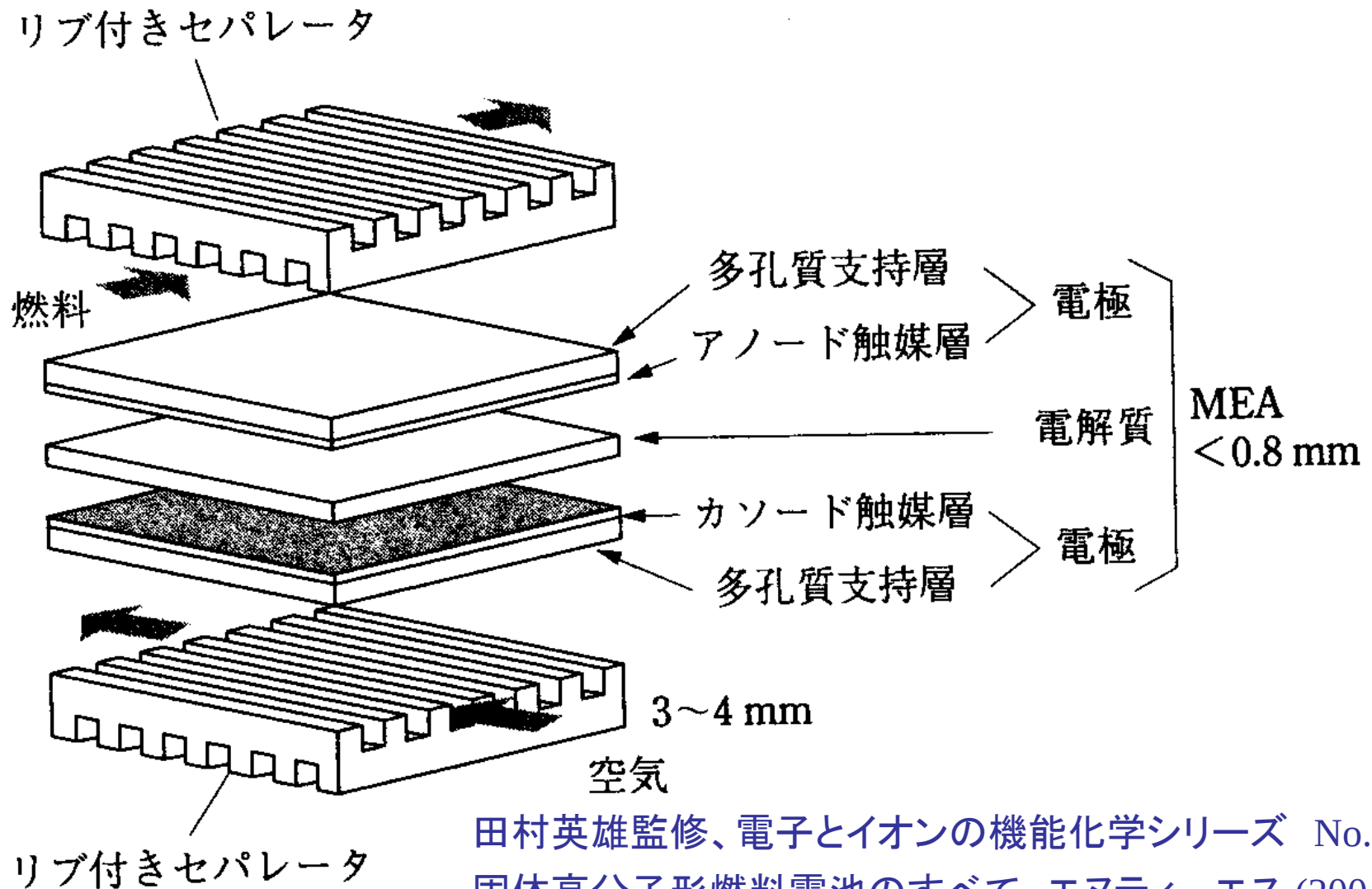
FA. NO.
INPUT
C.S. NO.
DATE

UNIVERSITY OF MICHIGAN LIBRARY

各種燃料電池の構成と特徴

燃料電池 の種類	アルカリ 型 (AFC)	固体高 分子型 (PEFC)	リン酸 型 (PAFC)	熔融炭酸 塩型 (MCFC)	固体酸化 物型 (SOFC)
作動温度 (°C)	←	低温型 室温～100	→	←	高温型 630～670
	室温～230	室温～100	180～205	630～670	～1000
発電出力	～10kW	1kW ～100kW	50 ～200kW	300kW ～MW	100kW ～200kW
用途	宇宙用	携帯電話 自動車	ビル用発電	大規模発電	大規模発電

固体高分子型燃料電池の模式図



田村英雄監修、電子とイオンの機能化学シリーズ No.4
固体高分子形燃料電池のすべて、エヌティーエス (2004)

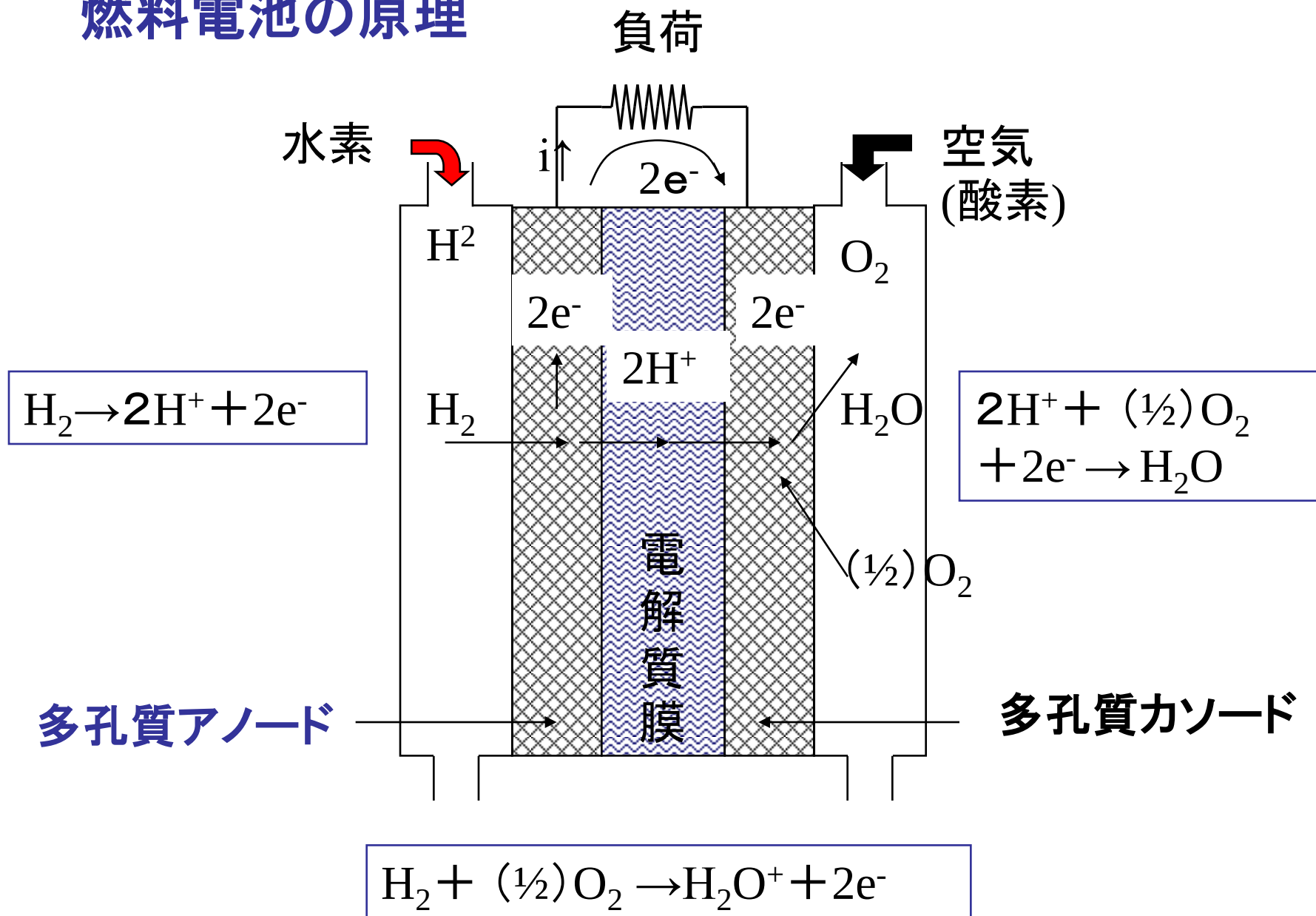
グラファイトと金属の比較

セパレータ特性／素材	グラファイト系	金属系
耐食性	◎	△
接触抵抗	◎	△
強度	△	◎
ガス透過性	△	◎
大量生産性	△	◎
コスト	△	◎

◎:優れている

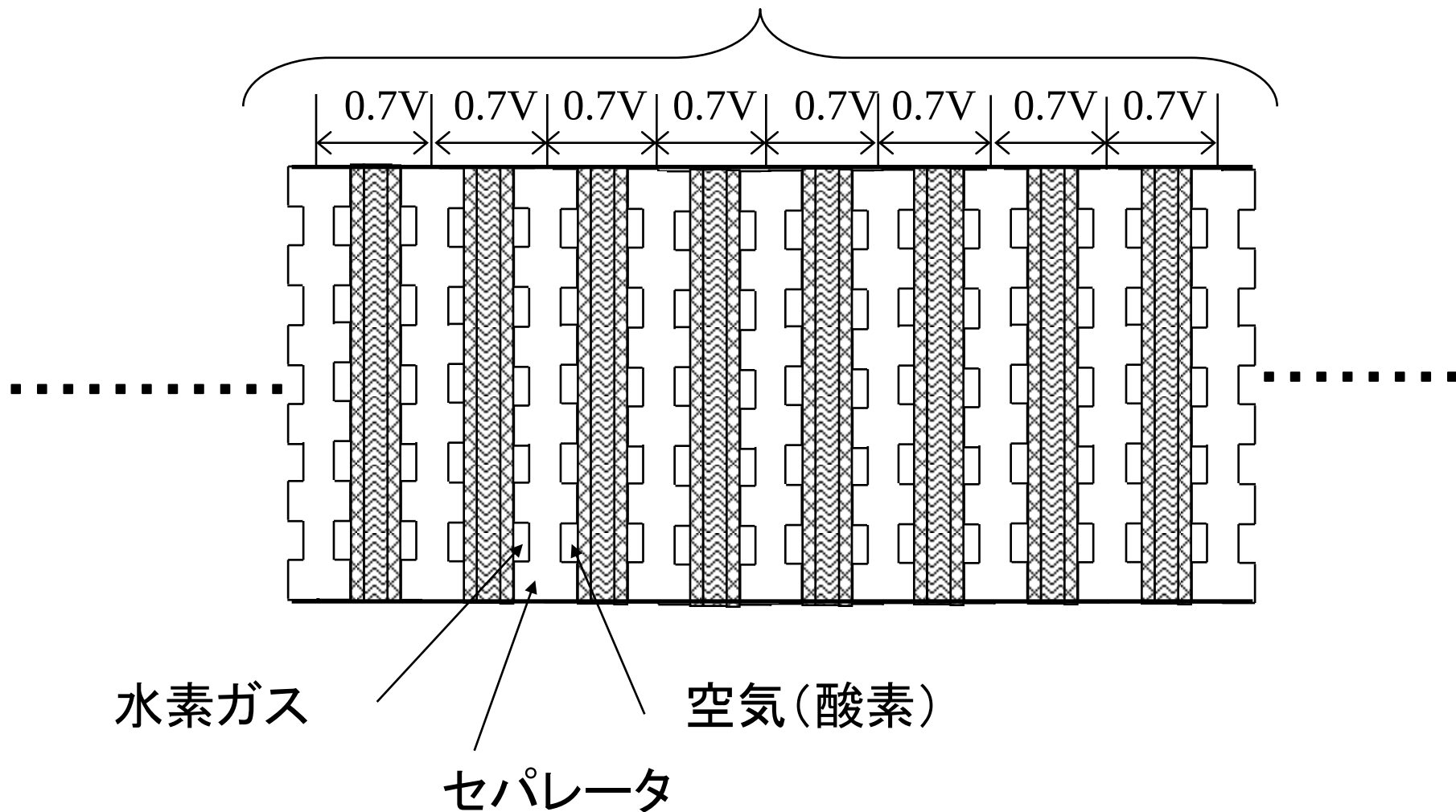
△:やや問題あり

燃料電池の原理

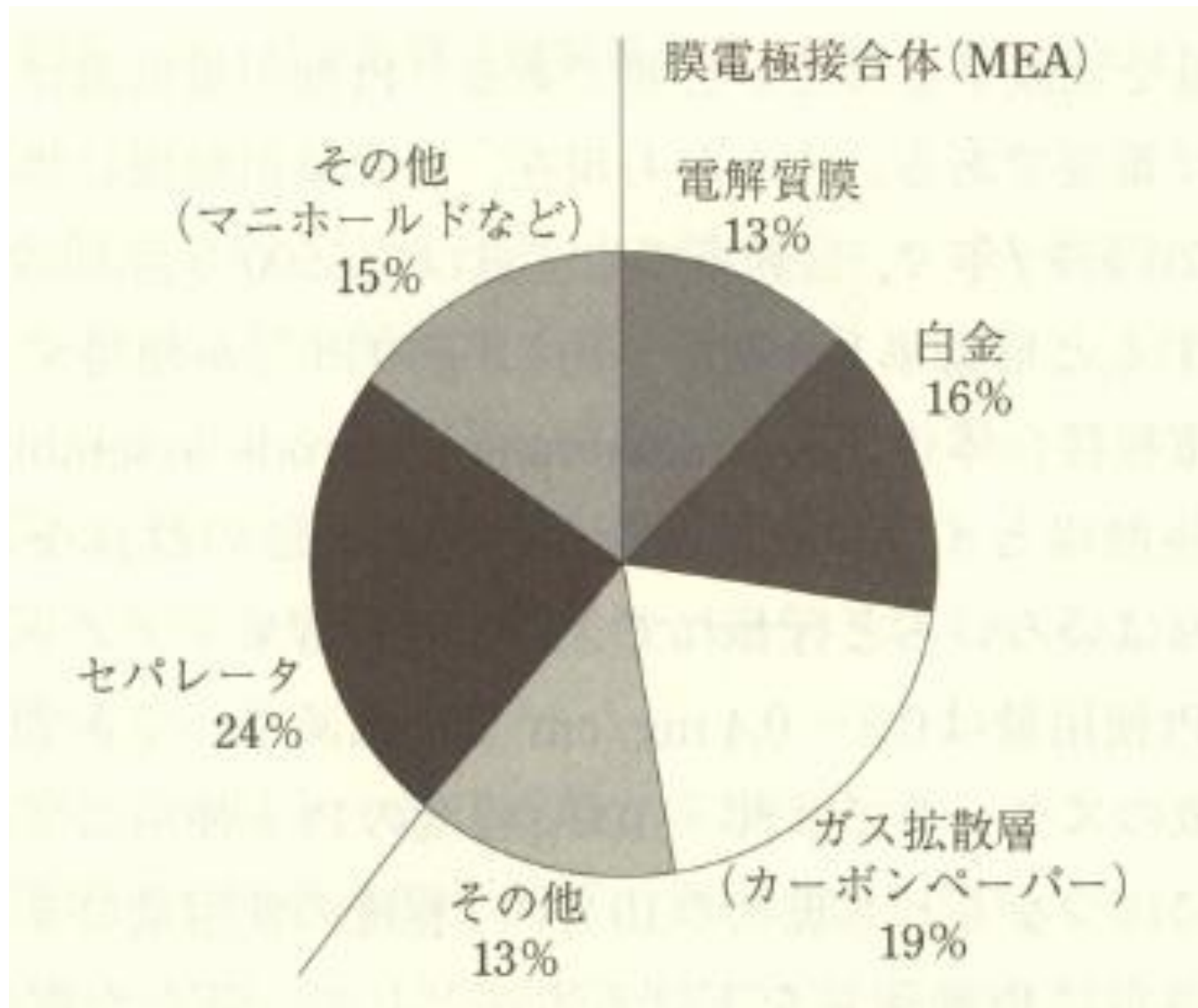


スタック(積層)されたセルの模式図

$$E = n \times 0.7V$$



PEMスタックのコスト



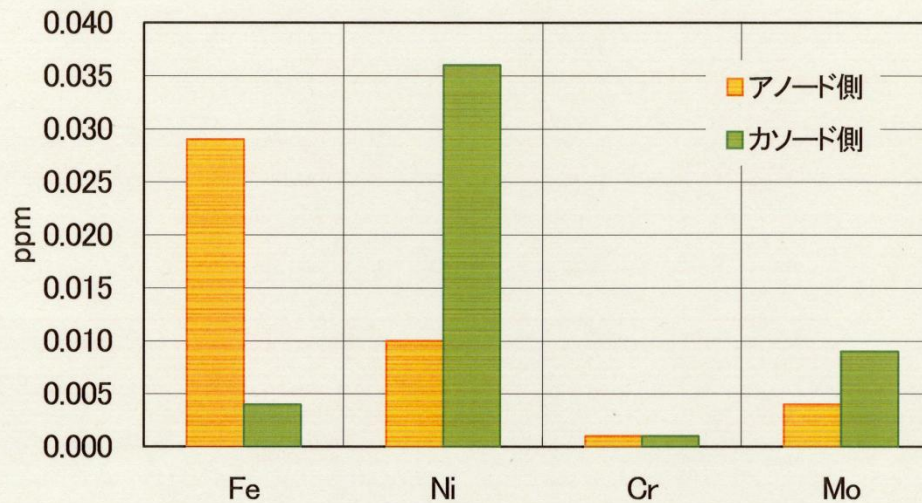
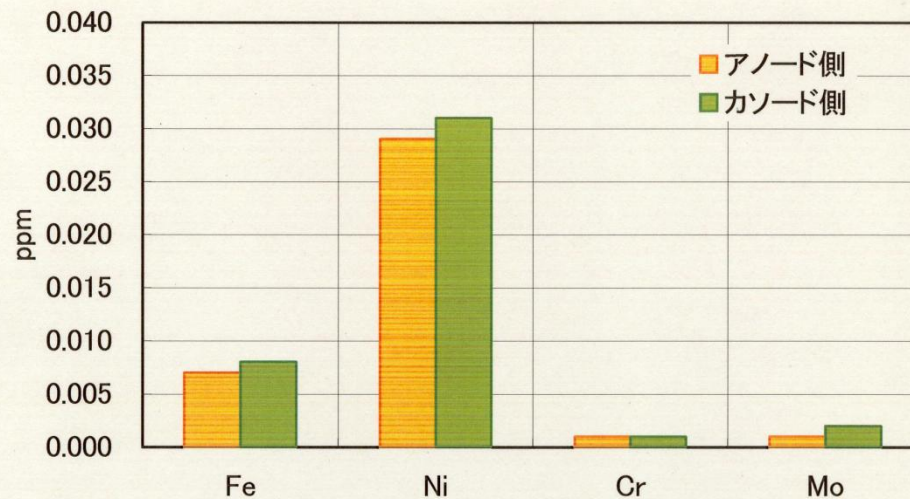
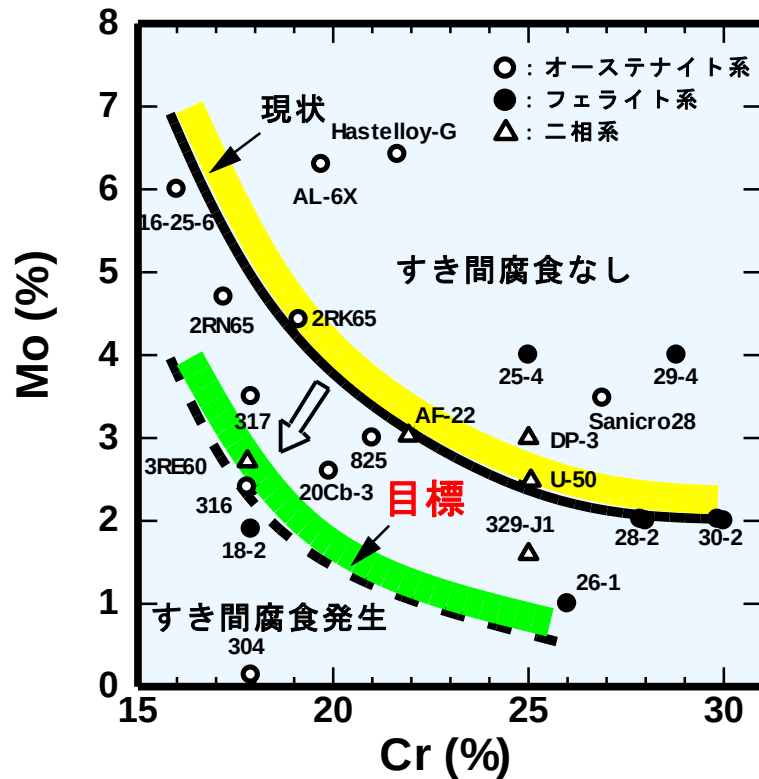


図 1.2-6 固体高分子形燃料電池供給ガス加湿器内部の水分析結果
；分析チャンスは、上下で異なる。

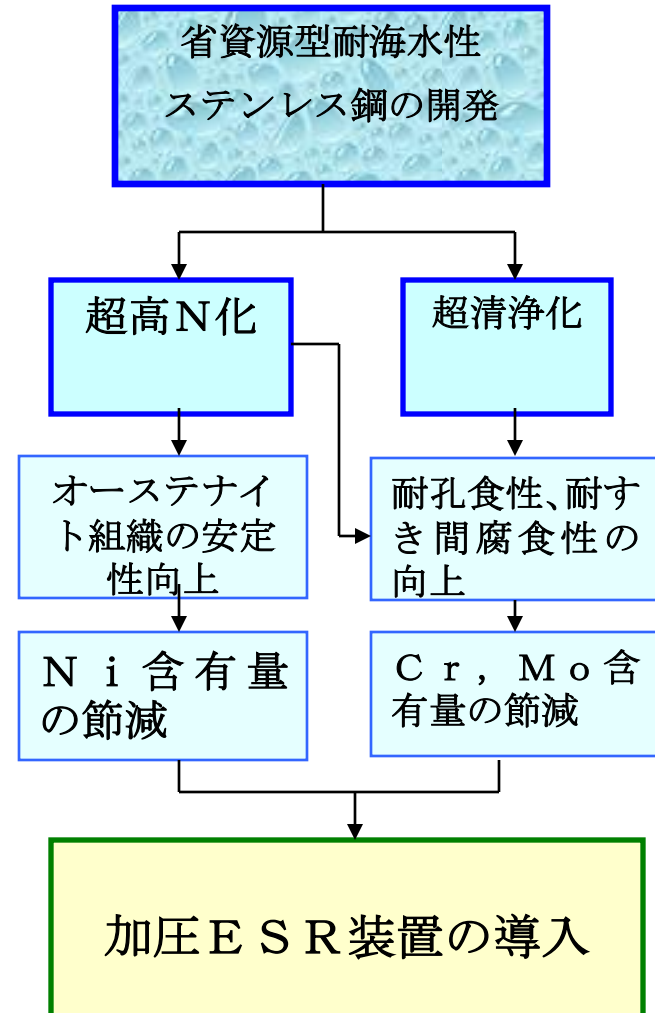
「固体高分子形燃料電池セパレータ量産化技術開発」、NEDO、平成13年度成果報告書、住友金属工業株式会社（2001）

高窒素ステンレス鋼

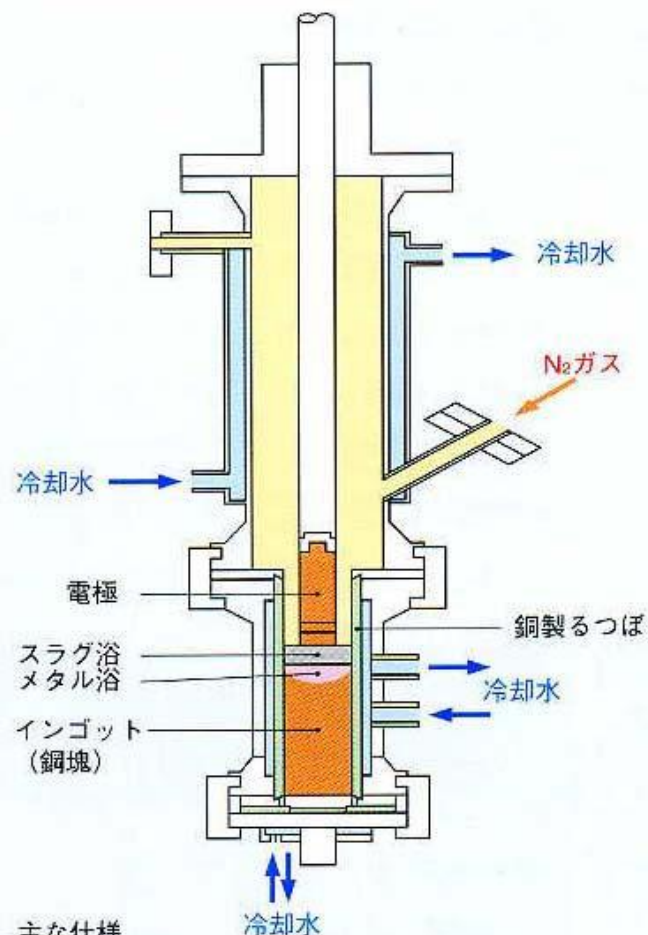
研究開発の背景



耐海水ステンレス鋼開発の研究目標



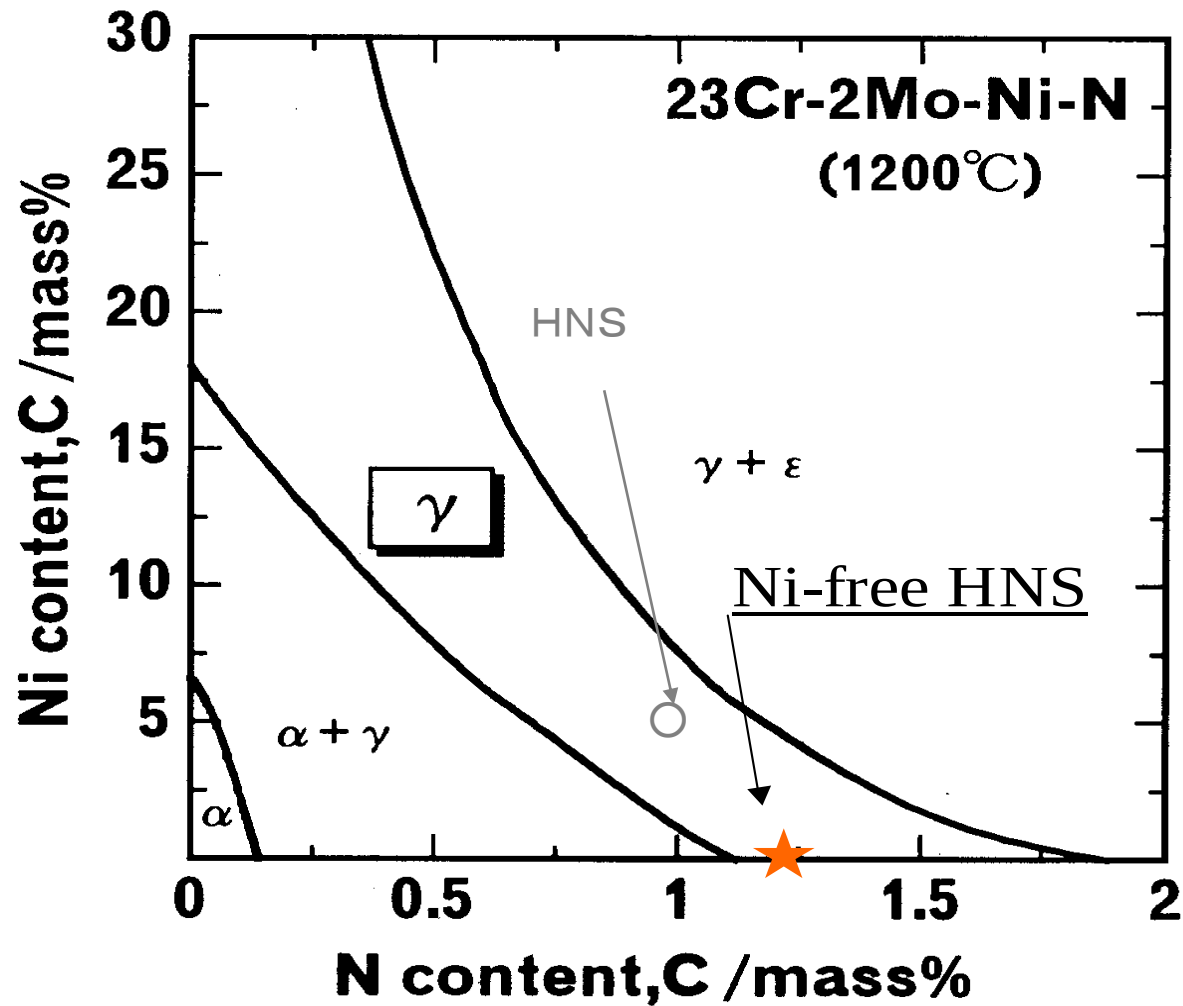
NIMSで開発された加圧ESR溶解装置



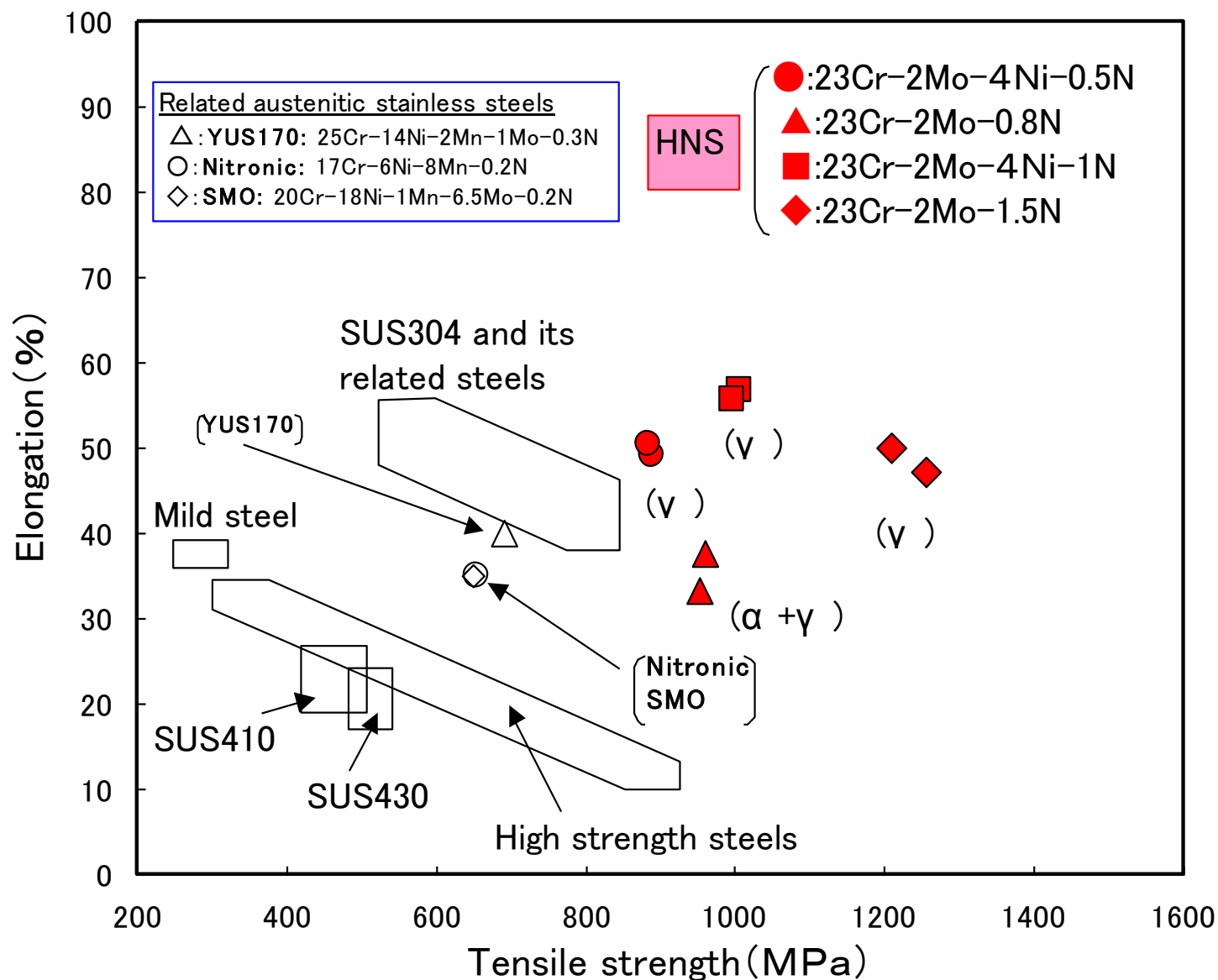
主な仕様
最大電流：3000A
圧力装置：0.1～5MPa N₂ガス使用
鋼塊サイズ：直径100mm×長さ320mm以下
(20kg以下)

窒素ガス加圧式 ESR 装置の模式図

オーステナイト系高窒素ステンレス鋼



HNSの機械的性質



HNSの局部腐食特性

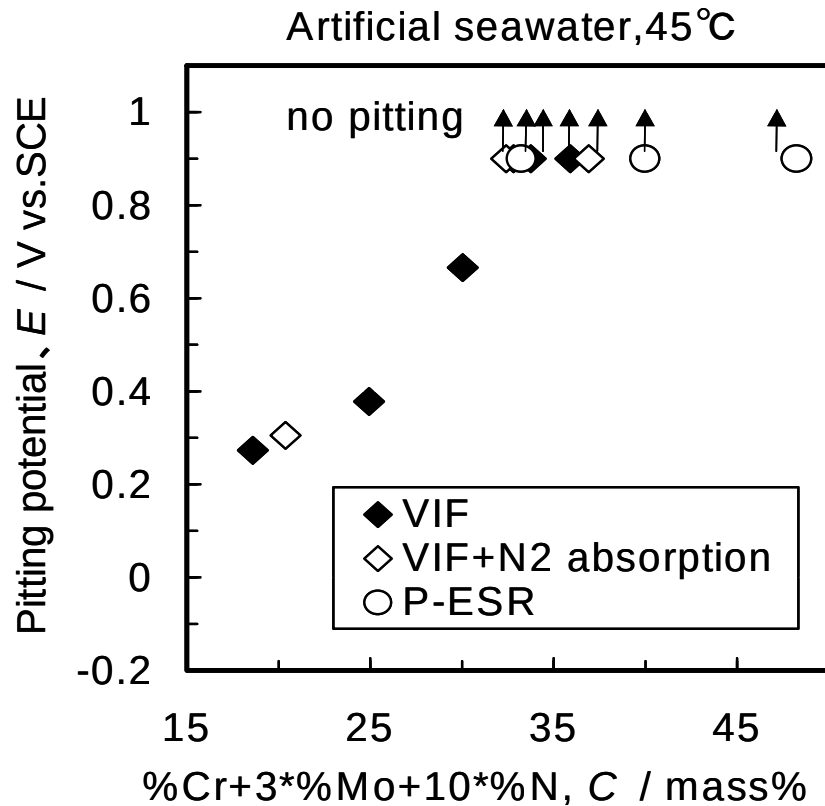


Fig.3. Relationship between pitting corrosion resistance equivalent ($\%Cr+3*\%Mo+10*\%N$) and pitting potential in artificial seawater (45°C).

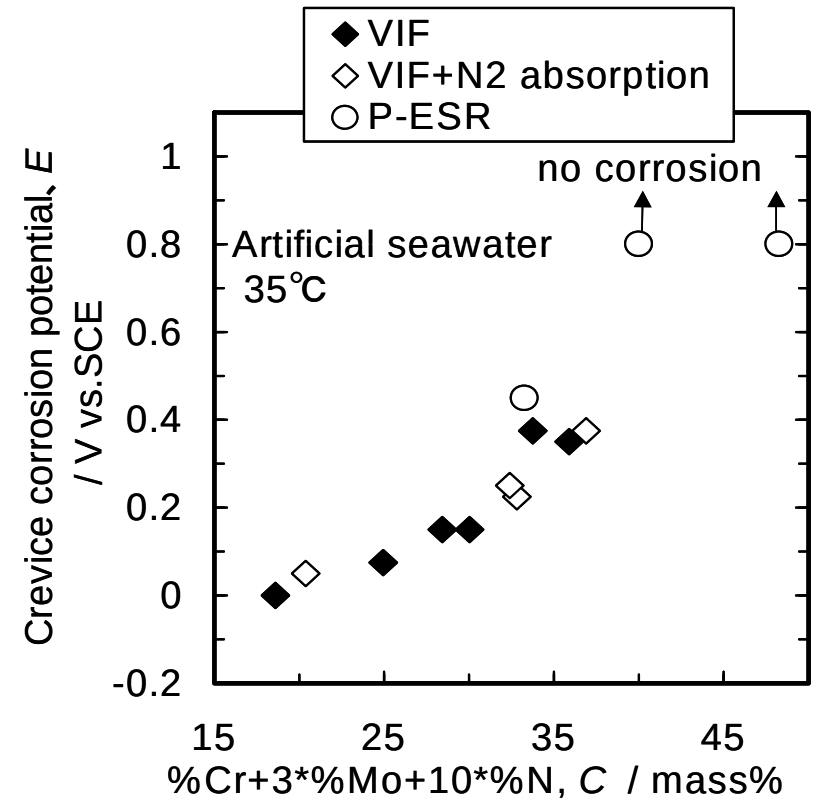


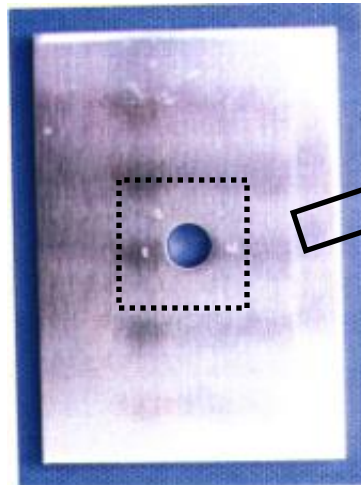
Fig.5. Relationship between crevice corrosion resistance equivalent ($\%Cr+3*\%Mo+10*\%N$) and crevice corrosion potential in artificial seawater (35°C).

実海水暴露試験

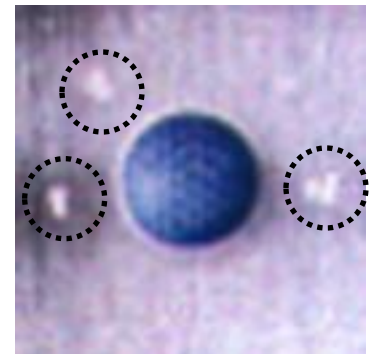
As received



After rinsing

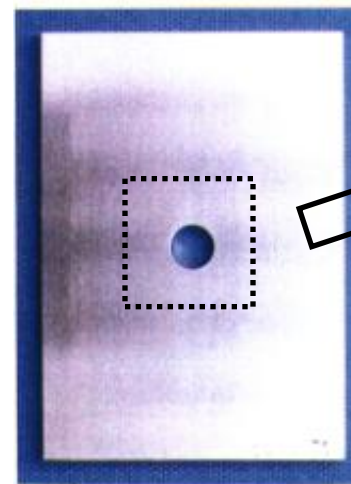


Enlargement



Initiation of crevice corrosion

**HNS
(23Cr-4Ni-2Mo-1N)**



No corrosion

No crevice corrosion was observed so far in the filed test

N添加による耐食性向上の発現機構

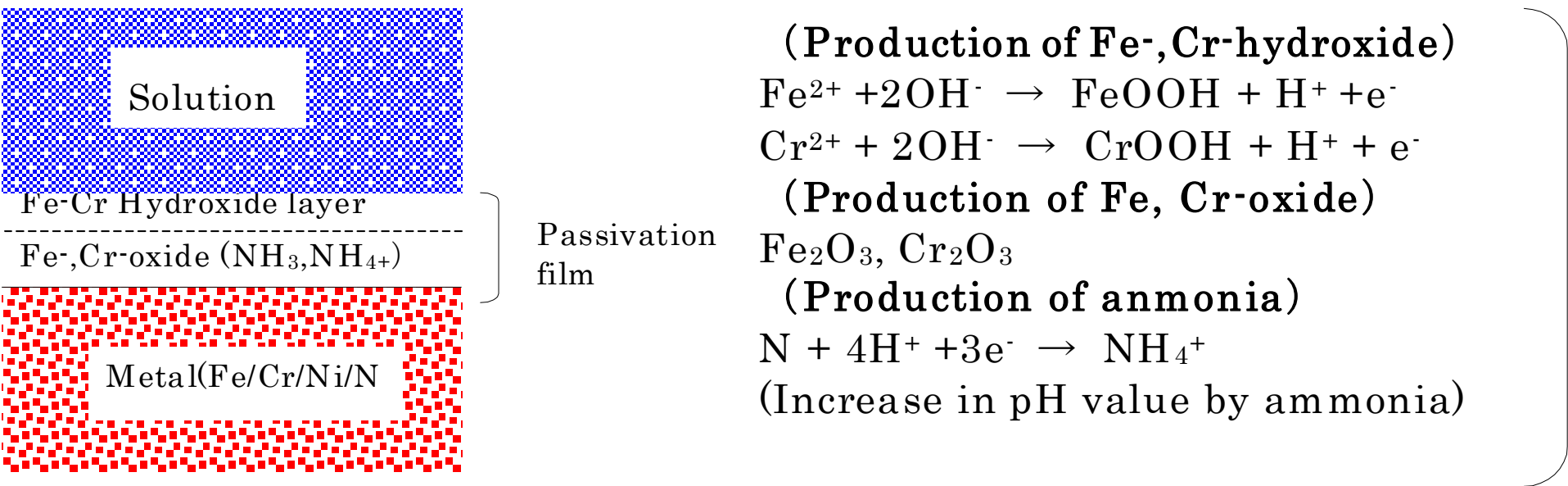


Fig.12 Qualitative model of passive film of HNS

After polarization, N is enriched in the inner layer of passivation film, and formed NH_4^+ resulting in increasing pH value in the corroded area.

→ Crevice corrosion suppressed

Examples of Ni Allergy (via internet survey)



Due to jeans stud



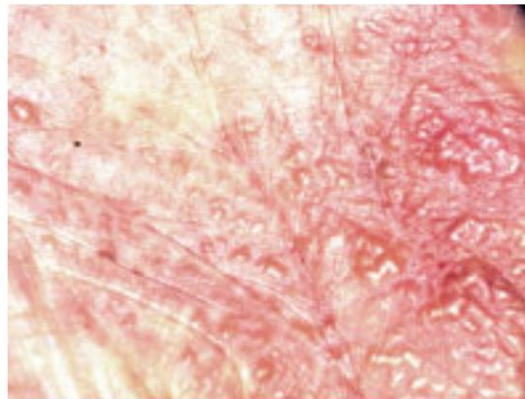
Due to rings



Due to watch strap



Cashier handling coins

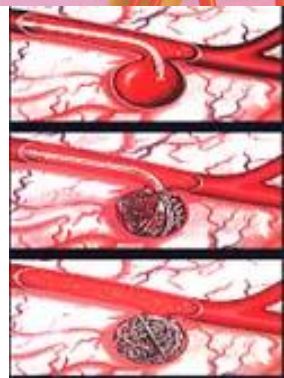
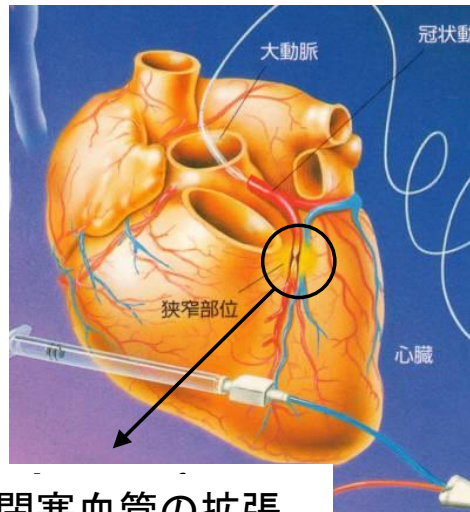
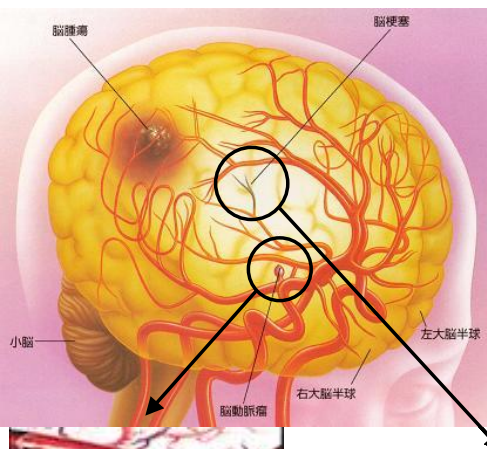


Pompholyx



Patch test to Ni sulphate

ニッケルフリー高窒素ステンレス鋼の応用展開



閉塞血管の拡張



眼鏡フレーム



手すり



時計バンド



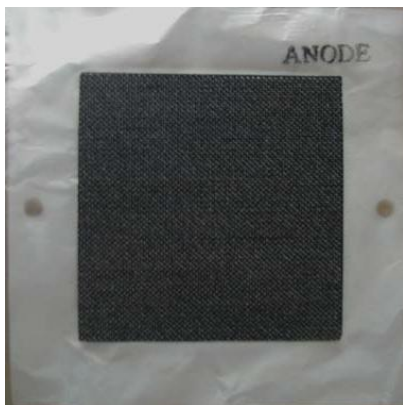
装飾品

非磁性・ニッケルフリーHNS

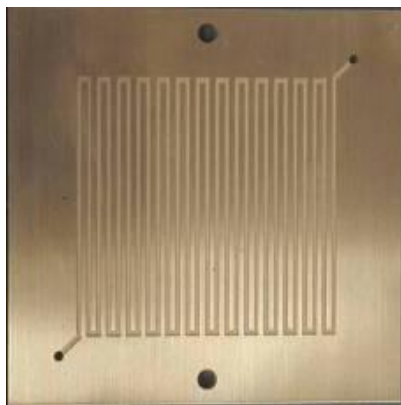
→ インプラント材、歯科材料、
手術用／手術室用機器

発電条件・MEA・HNSセパレータ

- セル温度: 348 K
- アノードガス: 純水素 (利用率70%, 加湿温度 343 K)
- カソードガス: 空気 (利用率 40 %, 加湿温度 343 K)
- MEA: 市販品 (50 × 50 mm²)
- 締め付け圧: 150 N cm⁻²
- 電流密度: 0.5 A cm⁻²

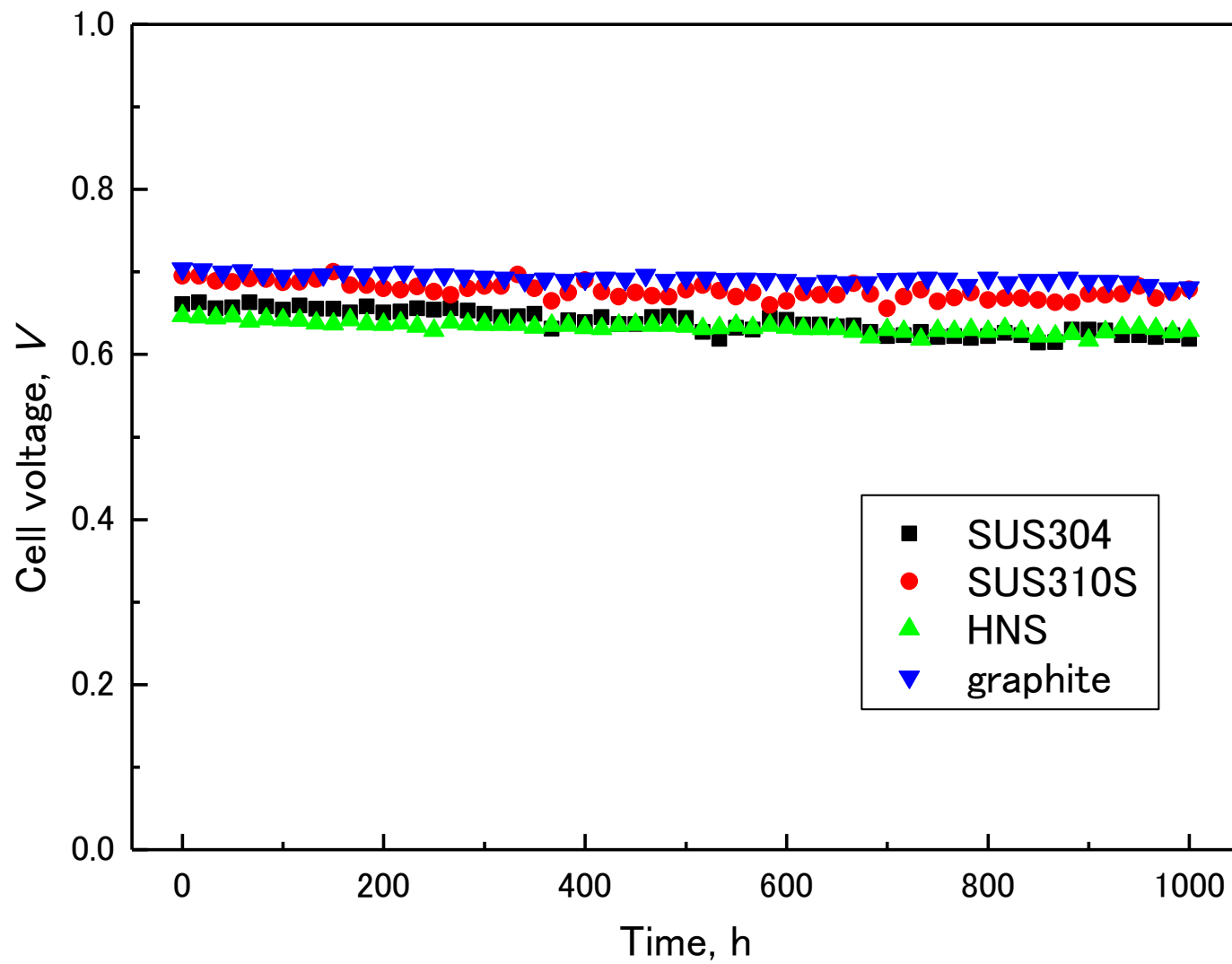


MEA
(50mmx50mm)

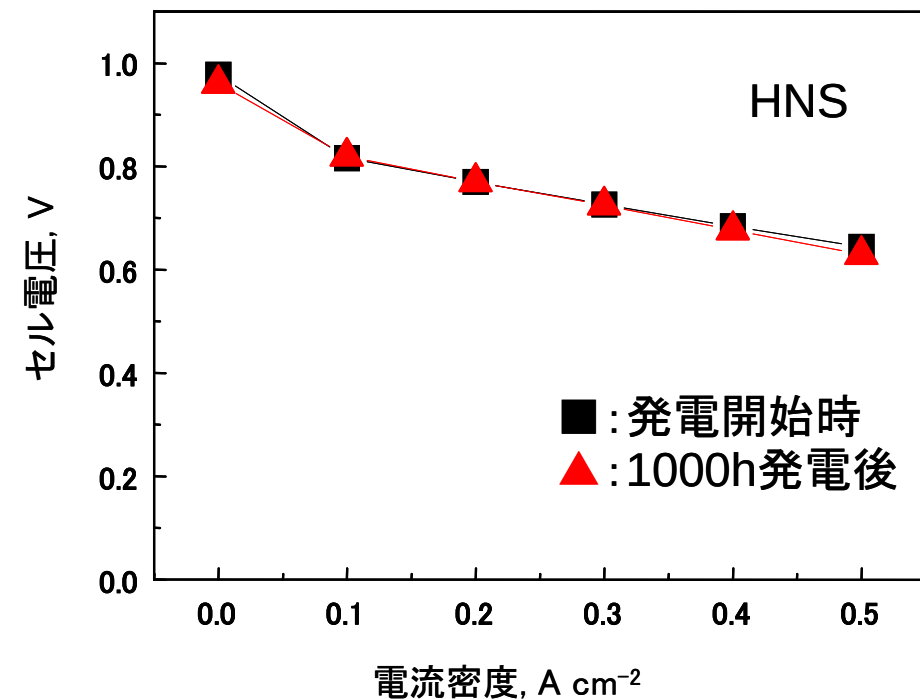


HNSセパレータ
(50mmx50mm)

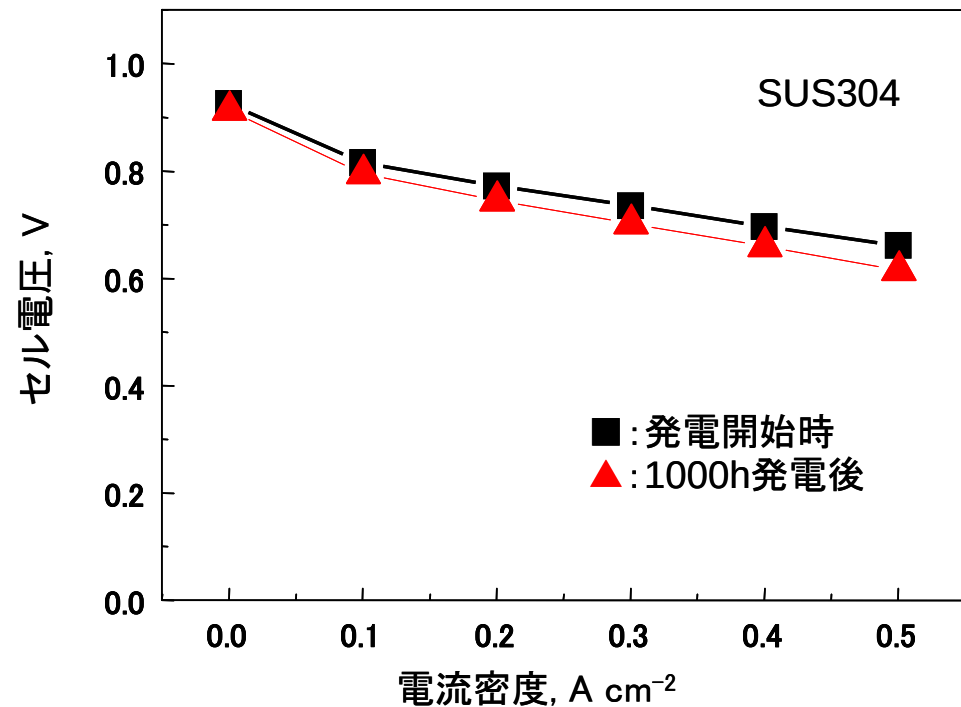




発電特性の比較



(a)HNS



(B)SUS304

1000h発電後のi-V特性の比較(SUS304で劣化を確認)

まとめ

- 燃料電池用セパレータ市場では、低コスト・大量生産が可能な金属セパレータの出現が期待されている。.
- NIMS で開発された低ニッケル型オーステナイト系ステンレス鋼製セパレータは、安定した発電特性を示した。.
- 低 Ni γ 系高窒素鋼 (HNS) は金属用セパレータとして期待されるが、コストや加工性についてさらなる検討が必要である。