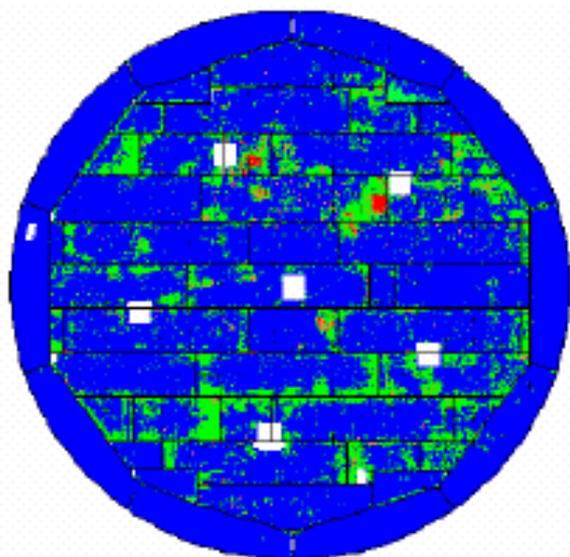
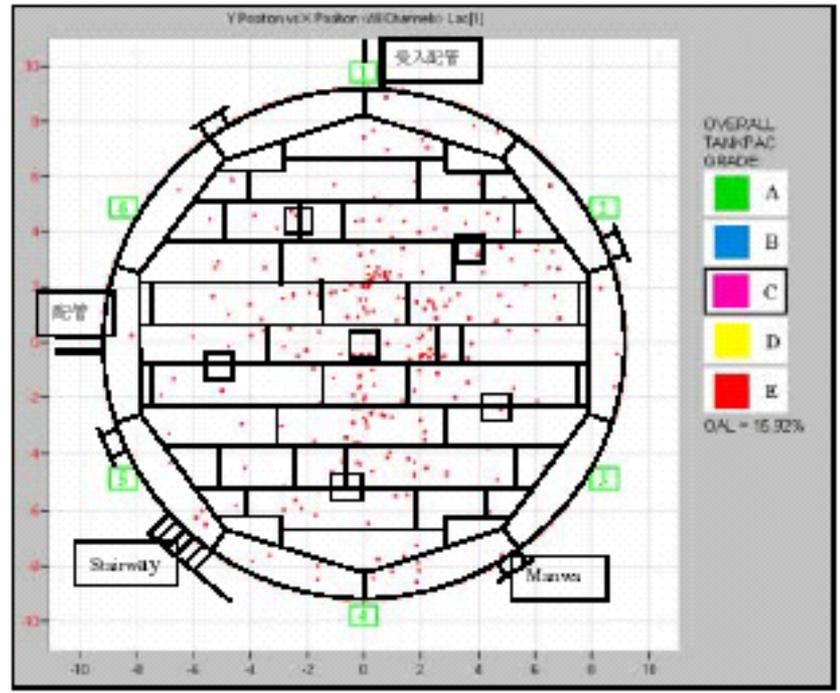


# タンク5におけるUT全面板厚測定結果とAE位置 標定結果との比較（直径18.4mの製品タンク）



Blue	100 %以上	16.4 %
Dark Blue	90 %	71.4 %
Green	80 %	3.3 %
Orange	70 %	0.1 %
Red	70 %未満	0.1 %
White	未測定	8.8 %
Black	異常値	0.1 %



# AE法による底板腐食の診断・評価の考え方

AE法による  
グローバル診断

超音波厚さ計測に  
よる腐食管理  
(消防法準拠)

・計測

油中を伝播してくる  
腐食AE波の計測

超音波法による  
直接的板厚計測  
(離散的ポイント計測)

・計測データ

現時点での  
“腐食活性度  
(腐食速度)”に  
対応するAE計測値

現時点までの  
“腐食減肉量”のデータ群

統計的解析(フラクタル分析)

・比較・対応  
パラメータ

AEパラメータ  
腐食活性度反映

腐食リスク  
侵食度が大きい  
領域での  
“統計的腐食速度”

CRP(腐食リスクパラメータ)

$$\frac{\langle h \rangle}{D \cdot (\text{供用年数})} = \frac{h_{0.001}}{D \cdot (\text{year})}$$

(現時点での腐食速度  
に対応する指数)

相関



# 各種タンクの腐食リスクパラメータ(C.R.P)とAE活動度

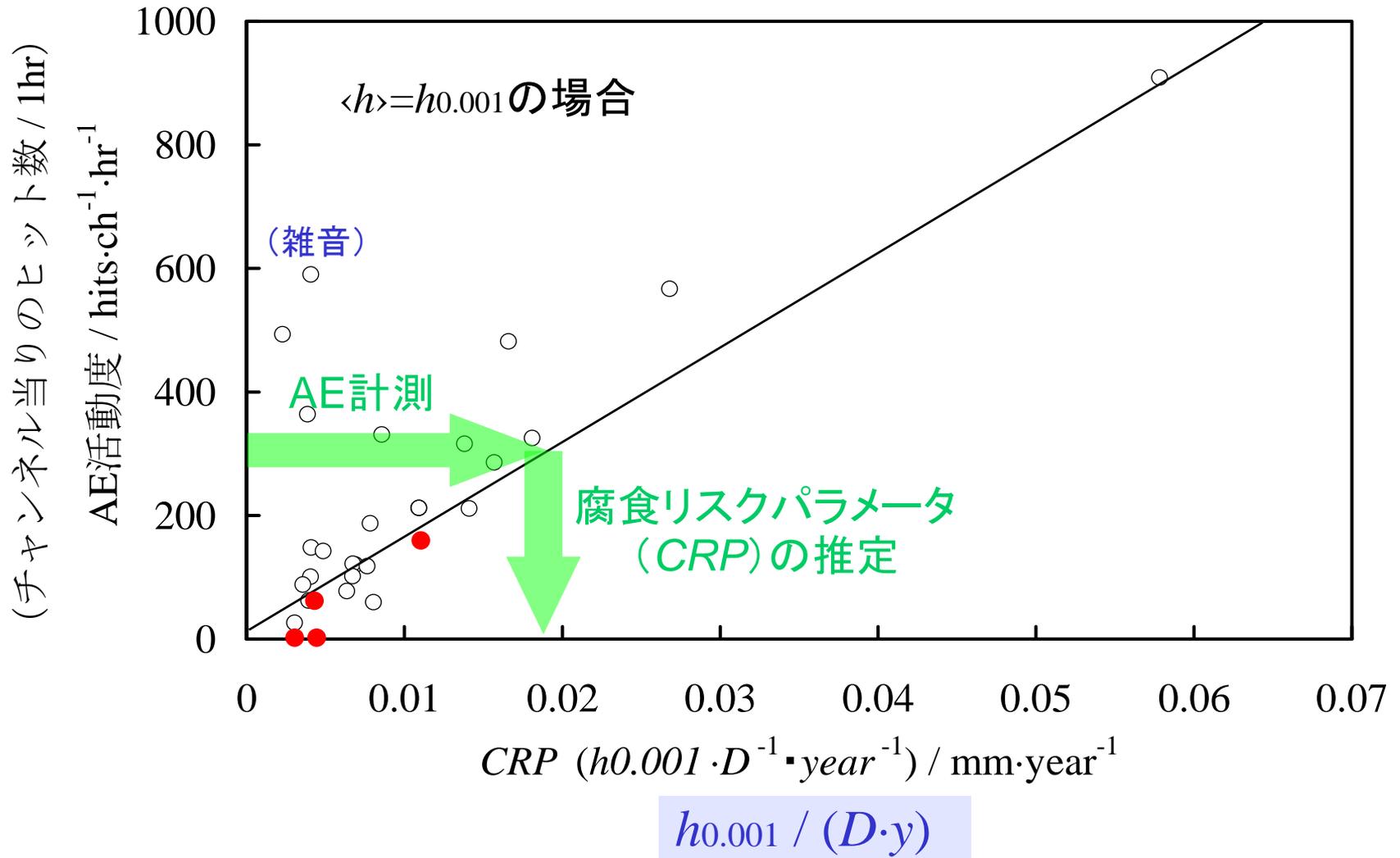
C.R.P.

AE活動度  
(hits·ch<sup>-1</sup>·hr<sup>-1</sup>)  
(評価指標)

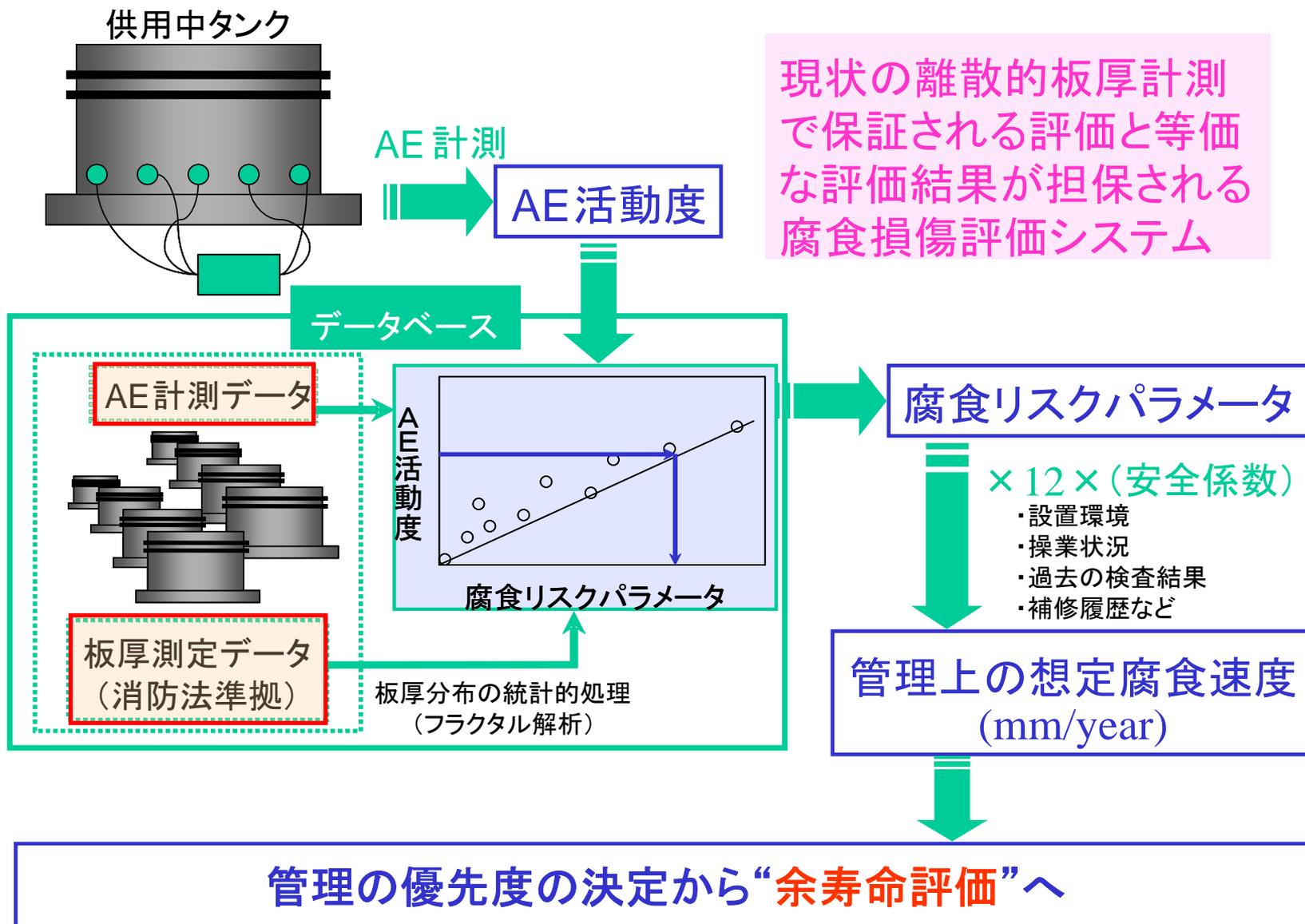
データベース

No	内容物	建造年月	検査年月	備考	使用期間 y /year	タンク直径 d /m	アニユラー板厚 /mm	底板板厚 /mm	最大減肉量 /mm	A	D /-	h0.001 /mm	h0.001/D	C.R.P. h0.001/(D·y) /mm·year <sup>-1</sup>	CH数	hit数	AE活動度「評価指数」 hits/ch.
001	ガソリン	1956年	1999年8月		43	12		8	3.1	0.031	3.46	2.69	0.778	0.0181	3	976	325
002	原油	1985年	1999年9月		14	81.5	21	12	1.4	0.2214	14.9	1.44	0.096	0.0069	21	2530	120
003	灯油	1968年6月	1999年9月		31	11.62	6	6	2.9	0.0191	3.92	2.12	0.541	0.0175	3	1281	427
004	ナフサ	1976年5月	1999年12月		23	47	12	12	1.7	1.864	16.8	1.57	0.093	0.0041	12	1211	101
005	重油	1974年	2002年9月		28	21.3	8	6	0.7	0.0073	1.83	2.96	1.619	0.0578	6	5452	909
006	ガソリン	1974年	2002年4月		28	45.76	12	8	1.4	0.039	12.4	1.34	0.108	0.0039	12	4367	364
007	重油	1968年	2002年	1995年一部補修	34	32.94	8	8	0.6	0.0026	2.90	1.39	0.479	0.0141	9	1902	211
008	不明	1979年3月	2002年4月		23	62.1	18	12	1.5	0.002	7.16	1.11	0.155	0.0067	15	1831	122
009	軽油	1964年	2002年6月	1988年一部補修	38	36.83	12	8	1.2	0.0004	6.39	0.87	0.136	0.0036	9	795	88
010	ナフサ	1964年	2002年8月	1978年一部補修	38	32.93	10	8.9	1.5	0.0031	4.44	1.29	0.291	0.0076	9	1060	118
011	ジェット油	1962年	1992年11月		30	23.25	8	6	0.7	0.0018	4.70	1.13	0.241	0.0080	6	357	60
012	原油	1978年12月	1995年7月		17	82.37	21	12	1.1	0.0008	14.2	0.984	0.069	0.0041	21	12395	590
013	原油	1978年12月	2003年		25	83.42	21	12	1.0	0.0029	10.8	1.10	0.102	0.0041	21	3113	148
014	原油	1984年6月	2002年8月		19	82	26	12	0.9	0.0011	17.4	1.01	0.058	0.0030	21	556	26
015	原油	1984年7月	2002年8月		18	82	26	12	0.4	0.00001	7.88	0.56	0.071	0.0039	21	1305	62
016	副生油	1980年6月	2003年6月		23	11.62		9	0.5	0.000	5.49	0.803	0.146	0.0064	3	233	78
017	DCPD	1973年4月	2003年6月		30	17.41	9	9	1.6	0.080	5.42	2.25	0.414	0.0138	6	1896	316
018	BTX-R	1968年6月	2003年9月		35	11.62	6	6	0.9	0.0063	7.52	1.28	0.170	0.0049	3	427	142
019	GP	1973年1月	2003年9月		30	26.14	10	8	0.5	0.0004	3.93	0.79	0.202	0.0067	9	916	102
020	ガソリン	1978年8月	2001年4月		23	80	21	12	2.5	0.8099	10.5	1.89	0.180	0.0078			187
021	原油	1979年8月	2002年6月		23	80	21	12	2.0	0.004	3.78	1.44	0.382	0.0166	21	10121	482
022	原油	1979年8月	1994年5月		15	80	23	12	1.6	0.0012	4.43	1.04	0.235	0.0157	21	6006	286
023	SLOP	1980年4月	2003年2月		22	14.5	12	9	0.6	0.0004	4.28	0.807	0.189	0.0086	6	1985	331
024	工水	不明	不明		24	6.7		6	5.8	86207	9.88	6.36	0.643	0.0268	3	1700	567

# 腐食リスクパラメータ(CRP)とAE活動度との関係



# HPISに準拠したAE法による底板腐食損傷評価システム



現状の離散的板厚計測で保証される評価と等価な評価結果が担保される腐食損傷評価システム

# AEグローバル診断の技術指針(HPIS G110TR)

# HPIS

HPIS G 110 TR

## AE法による石油タンク底部の 腐食損傷評価手法に関する技術指針

Recommended Practice for Acoustic Emission Evaluation of Corrosion Damage  
in Bottom Plate of Oil Storage Tanks

HPIS G 110 TR 2005

2005年5月制定

社団法人日本高圧力技術協会  
High Pressure Institute of Japan

## 国際的な認知

- (1) S.Yuyama, M. Yamada, K. Sekine, S. Kitsukawa, Verification of Acoustic Emission Testing of Floor Conditions in Aboveground Tanks by Comparison of Acoustic Emission Data and Floor Scan Testing., **Materials Evaluation**, Vol. 65, No.9, pp.929-934 (2007)
- (2) S. Yuyama, M. Yamada, K. Sekine, S. Kitsukawa, High Pressure Institute of Japan (HPI) Recommended Practice for Acoustic Emission Testing for Corrosion in the Bottom Floor of Aboveground Tanks., **Materials Evaluation**, Vol. 65, No.9, pp.888-892 (2007)



# 海外におけるAE法の適用状況

AE計測装置、計測方法及び計測手順は日本の場合とほぼ同一。ただし、評価の方法論、目標は定性的で、スクリーニング技術として適用されており、採取されたAEデータに対して下記に示されるA, B, C, D, Eのグレード分けが行われている。

A : 腐食損傷は存在しないと考えられる。

B : 80%程度の確率で腐食損傷は存在しない。

C : 60%以上の確率で腐食損傷が存在しうる。

D : 85%程度の確率で軽微なものを含め腐食損傷が存在しうる。

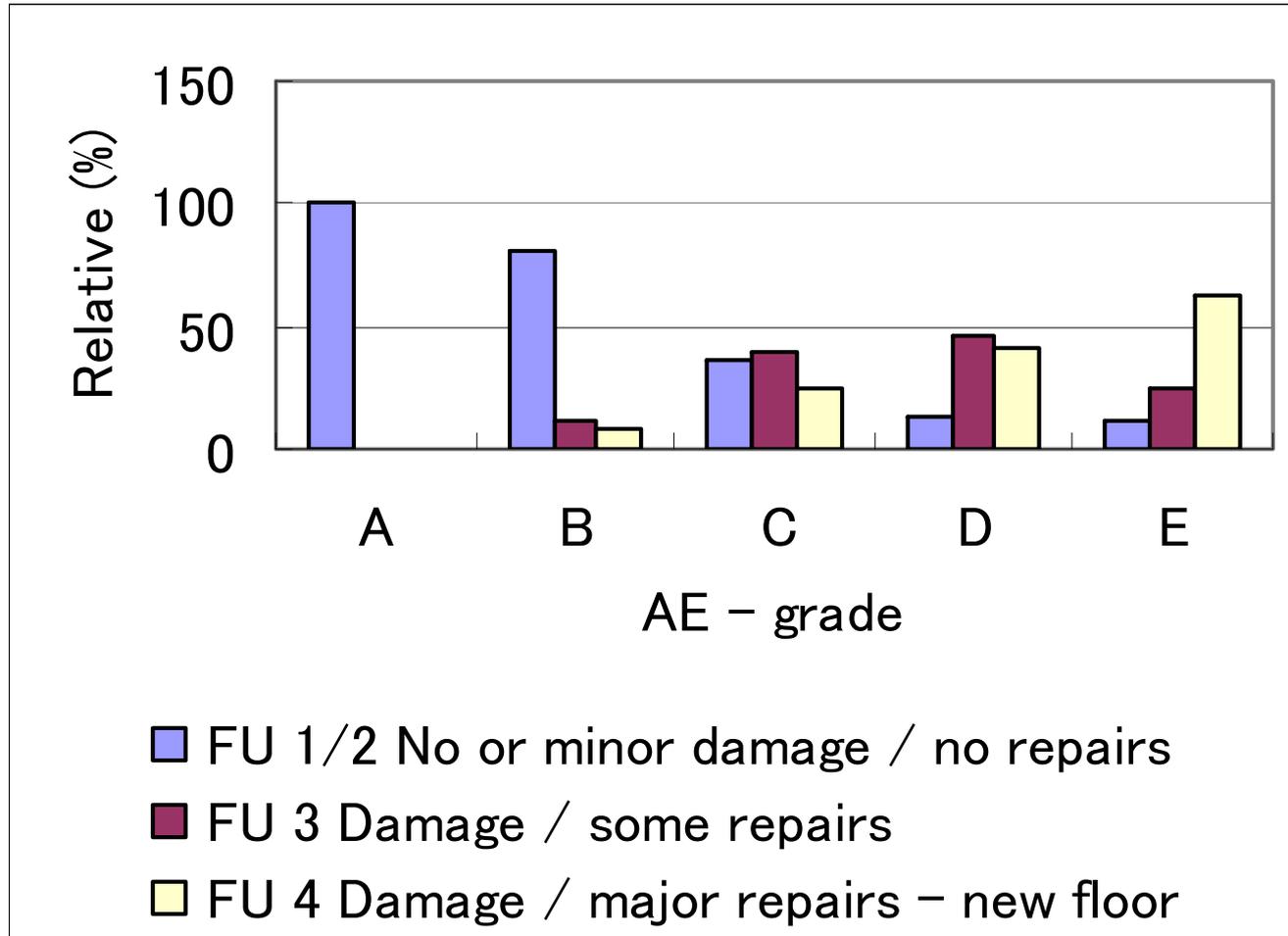
E : 90%程度の確率で腐食損傷が存在しうる。

またこの時、60%以上の確率で大規模な補修あるいは底板の一部交換などを必要とする重大な損傷が存在しうる。



# 外国での活用状況(I)

## イギリス／オランダの状況

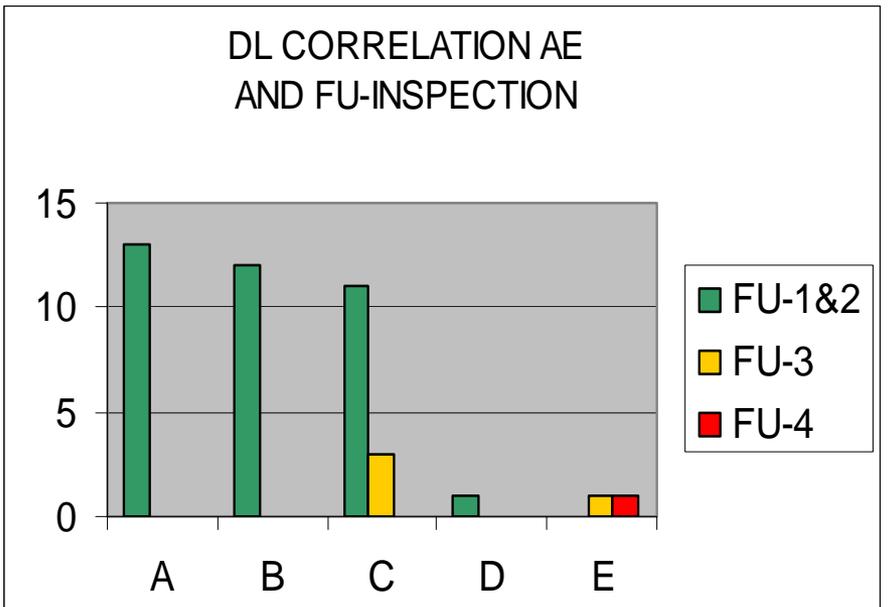
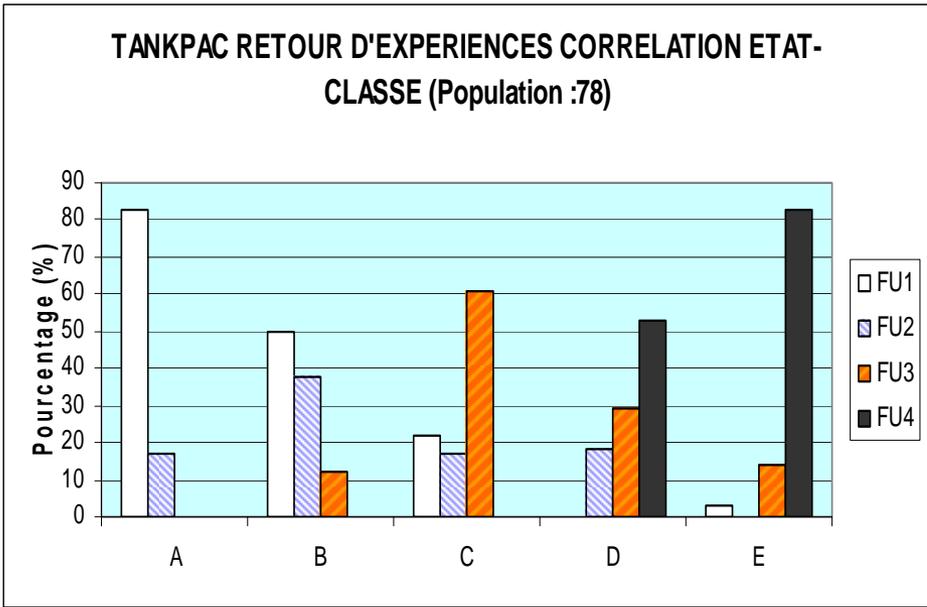


BP、Shellなどにおいて、毎年300基以上のタンクに対して  
AE試験を実施



# 外国での活用状況(II)

## フランス・ドイツなどの状況



フランス・スペイン・イタリア・ギリシャ・ドイツなどで、毎年500基以上のタンクに対してAE試験を実施

# 外国での活用状況(III)

## アメリカの状況

- 漏洩の未然防止、早期発見が目的(主として**環境汚染防止**)
- 年間100~200基のタンクに対して、AE試験を実施
- 2003年以来、メジャー系の石油会社にて、AE試験を適用
- カリフォルニア州内の製油所において、およそ4ヶ月間で合計75基のタンクに対してAE試験を適用
- ヒューストンのある事業所にて、384基の全タンクに対してAE試験を実施
- 現在AE試験の適用は、アメリカにおいて、急速に一般化している。



# まとめ(提言)

- 1) 特殊な状況(不等沈下、大規模地震)が実現しない限り、開放検査周期を決める支配要因は底部(底板+アニュラ板)の腐食損傷である。従って、現行の離散的UT計測と**同等又はそれ以上の安全性が担保される**新技術(連続面計測技術及びAEグローバル診断技術)の活用によって、周期延長は可能である。
- 2) 内面コーティングの耐久性評価は全寿命でなく、“余寿命評価” とするべきである。
- 3) 完成時のMT検査を適切に実施すれば、隅角隅肉部以外の底板溶接部での開放時のMT検査は合理的でない。



# A社(日本)で実施したAE試験タンク基数(参考資料)

