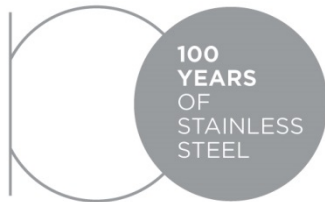


建築・土木科 講師用補助教材

第4章

ステンレスの特性

ビデオ



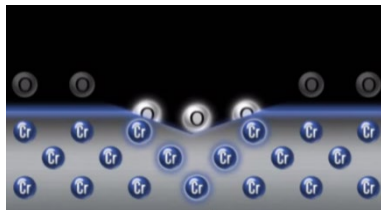
ステンレス100年の歩み

<https://youtu.be/E-GcuxtWcnc>



価値を持続するための合金化

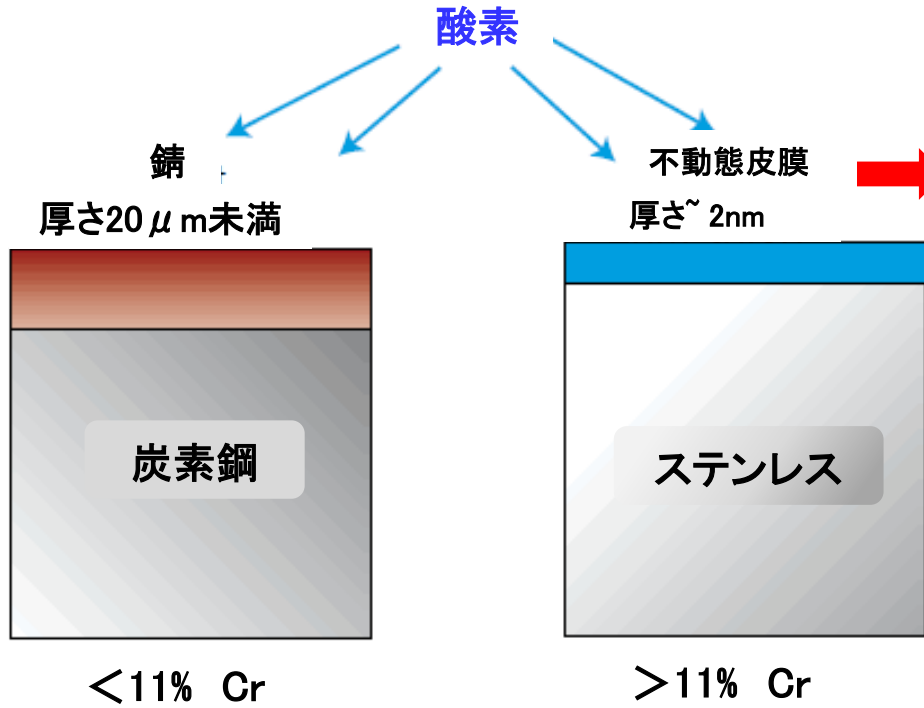
<https://youtu.be/rKCp7XmJftQ>



価値を持続するため自己修復

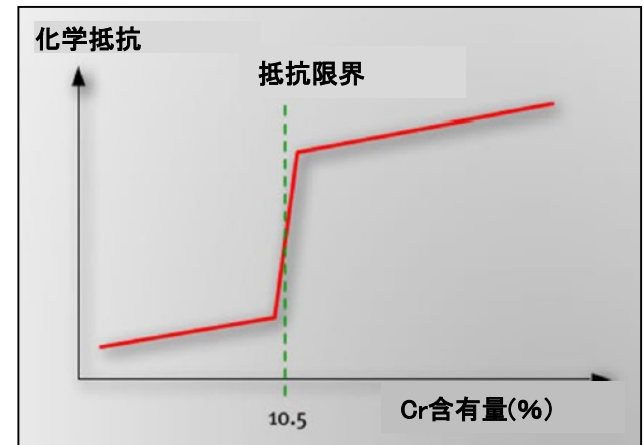
<https://youtu.be/gYgZjfwSMkU>

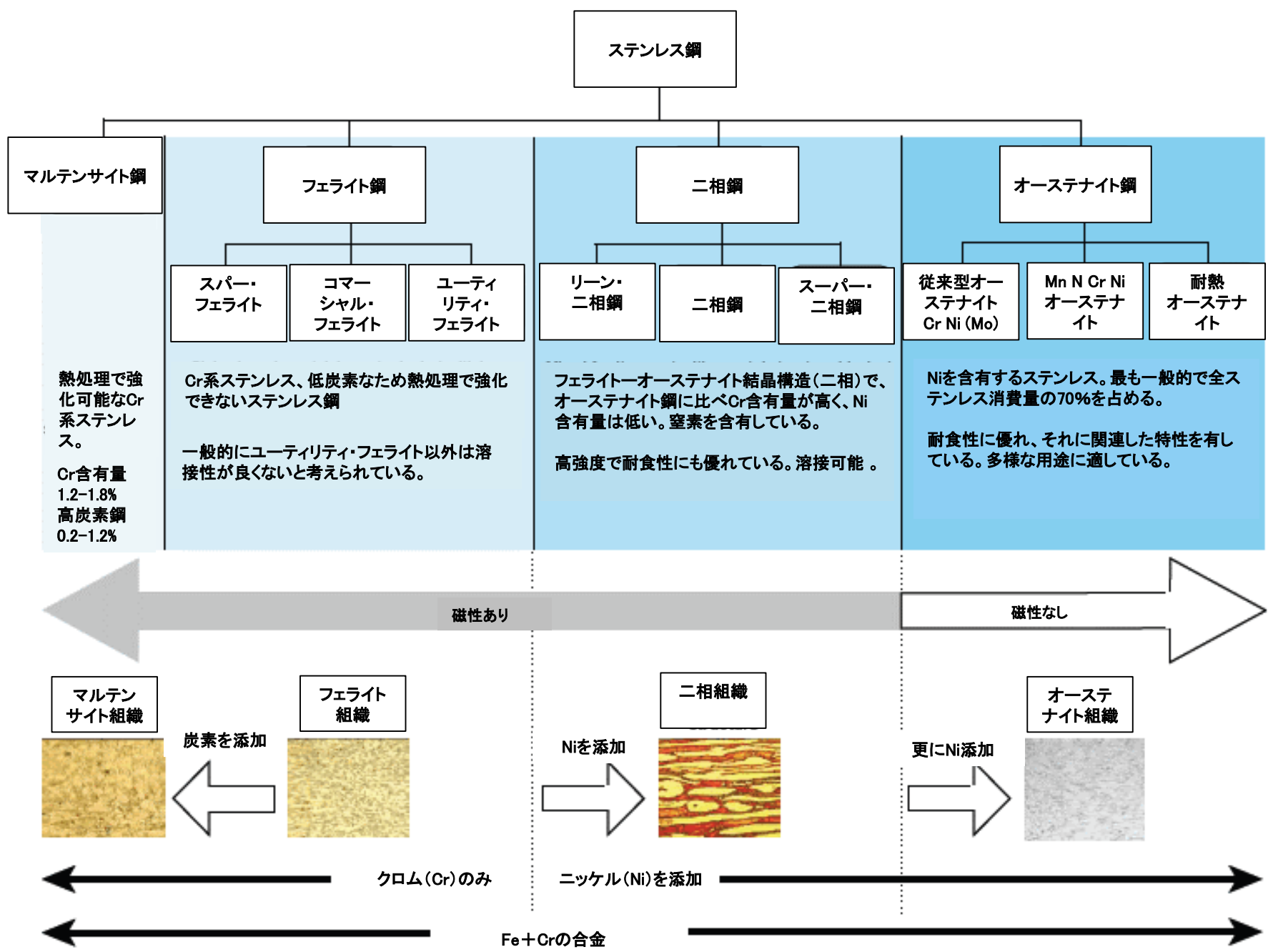
ステンレスとは Cr含有量10.5%以上の鉄をベースとした合金鋼



不動態皮膜は数分間で生成

Cr含有量を増やすと不動態皮膜の有効性が増加するが、他にも耐食性に影響を与える重要な要因がある。(第5章参照)





Cr-Ni(Mo)系 オーステナイト鋼

一般的特性:

- ・非磁性
- ・高膨張係数(炭素鋼と比較して)
- ・低熱伝導率
- ・優れた耐食性、合金含有率と共に上昇
- ・但し、温塩素環境ではSCC(応力腐食割れ)を起こす可能性がある(スイミング・プールなど)
- ・全温度帯(超低温も含め)での高い延性と耐衝撃性
- ・冷間加工により強度が上がる(但し熱処理では上がらない)
- ・非常に優れた耐火性
- ・非常に優れた冷間および熱間加工性(延性、伸び率)
- ・溶接が容易(TIG, MIG)

サブ・グループ:

- Cr-Ni(代表鋼種304 /EN 1.4301)
- Cr - Ni - Mo(代表鋼種 316/EN 1.4401)

材料	熱膨張係数 $10^{-6}^{\circ}\text{K}^{-1}$	熱伝導率 $\text{W}^{\circ}\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$
オーステナイト	18	15
フェライト	10	25
二相鋼	14	15
マルテンサイト	8	24
炭素鋼	12	18
アルミ	22	230
銅	17	380
コンクリート	10	1

色による特性区分

- ・物理的性質
- ・耐食性
- ・機械的性質
- ・加工性

最も良く知られ
最も多く使用されている

Cr-Mn系 オーステナイト鋼

Cr-Ni オーステナイト鋼との主な相違

- 一定の耐食性
- 特にNiとCrの含有量が低い鋼種でははるかにSCCや孔食を起こしやすい
- 強度が高い
- 高い加工硬化により冷間加工性が劣る
- 機械加工性が劣る
- 溶接がより難しい
- コストは安い

材料	熱膨張係数 $10^{-6}^{\circ}\text{K}^{-1}$	熱伝導率 $\text{W}^{\circ}\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$
オーステナイト	18	15
フェライト	10	25
二相鋼	14	15
マルテンサイト	8	24
炭素鋼	12	18
アルミ	22	230
銅	17	380
コンクリート	10	1

色による特性区分

- ・ 物理的性質
- ・ 耐食性
- ・ 機械的性質
- ・ 加工性

主にインドと中国
で使用される

フェライト鋼

一般的特性

- 磁性
- 炭素鋼に近い低熱膨張係数
- 高い熱伝導率
- SCCを起こさない
- 良好な延性（但しオーステナイト系には劣る）
- 極低温での使用には不適
- 冷間加工で若干強度を上げられる（但し熱処理では上げられない）
- 優れた冷間加工性（スプリングバックや工具摩耗は少ないが、オーステナイト鋼に対し伸びが低く深絞り性に欠ける）
- 安定化鋼種（Nb, Tiを添加したもの）は溶接が容易（TIG, MIG）

サブ・グループ:

- Cr（代表鋼種 430 /EN 1.4016）
- Cr - Mo（代表鋼種 444/EN 1.4539）

材料	熱膨張係数 $10^{-6}^{\circ}\text{K}^{-1}$	熱伝導率 $\text{W}^{\circ}\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$
オーステナイト	18	15
フェライト	10	25
二相鋼	14	15
マルテンサイト	8	24
炭素鋼	12	18
アルミ	22	230
銅	17	380
コンクリート	10	1

色による特性区分

- ・ 物理的性質
- ・ 耐食性
- ・ 機械的性質
- ・ 加工性

多くの用途で最適なコスト
パフォーマンスが得られ、
使用量が増加している

二相鋼

(オーステナイト-フェライト鋼とも呼ばれる)

一般的特性

- 磁性
- 膨張係数はフェライトとオーステナイトの中間
- 低熱伝導率
- 優れた耐食性、合金含有量と共に上昇する
- SCCを起こさない
- 高強度、優れた延性
- 冷間加工で若干強度を上げられる(但し熱処理では上げられない)
- 優れた冷間および熱間加工性(延性と伸び率)
- 溶接可能 (TIG,MIG)

サブ・グループ:

- Cr-Ni (代表鋼種 /EN 1.4362)
- Cr - Ni - Mo (代表鋼種 /EN 1.4462)

材料	熱膨張係数 $10^{-6}^{\circ}\text{K}^{-1}$	熱伝導率 $\text{W}^{\circ}\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$
オーステナイト	18	15
フェライト	10	25
二相鋼	14	15
マルテンサイト	8	24
炭素鋼	12	18
アルミ	22	230
銅	17	380
コンクリート	10	1

色による特性区分

- ・ 物理的性質
- ・ 耐食性
- ・ 機械的性質
- ・ 加工性

耐食性と機械的性質の最適な組み合わせが得られる

マルテンサイト鋼

一般的特性:

- 磁性がある
- 低い熱膨張係数
- 良好な熱伝導率
- ある程度良好な耐食性、合金含有量と共に上昇
- 熱処理により高強度が得られる(冷間加工では得られず)、伸び率は限定的
- 極低温での使用には不適
- 成形には適さず、しばしば機械により加工される
- 溶接可能(TIG,MIG)だが通常溶接後の熱処理を必要とする

サブ・グループ:

- C- Cr (代表鋼種 420/EN 1.4028)
- C-Cr-Ni (代表鋼種 /EN 1.4313)
- 析出硬化 (17/4 PH/EN 1.4542)

材料	熱膨張係数 $10^{-6}^{\circ}\text{K}^{-1}$	熱伝導率 $\text{W}^{\circ}\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$
オーステナイト	18	15
フェライト	10	25
二相鋼	14	15
マルテンサイト	8	24
炭素鋼	12	18
アルミ	22	230
銅	17	380
コンクリート	10	1

耐食性を持つ工業用鋼として使用される

ステンレスの化学成分

世界の主要規格:

ISO



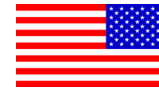
EN



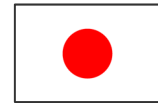
ASTM/AISI



UNS



JIS



注:

上記規格は広く受け入れられており、多くの国で使用されている。

上記規格すべてにおいて多数の鋼種が非常に近似している。

対応表は下記より入手できる。

米国規格 : 参考サイト 11

欧州規格 : 参考サイト 12

規格対応表: 参考サイト 13~15

建材用の主要鋼種: EN 10088-4 (鋼板／厚板／鋼帯)

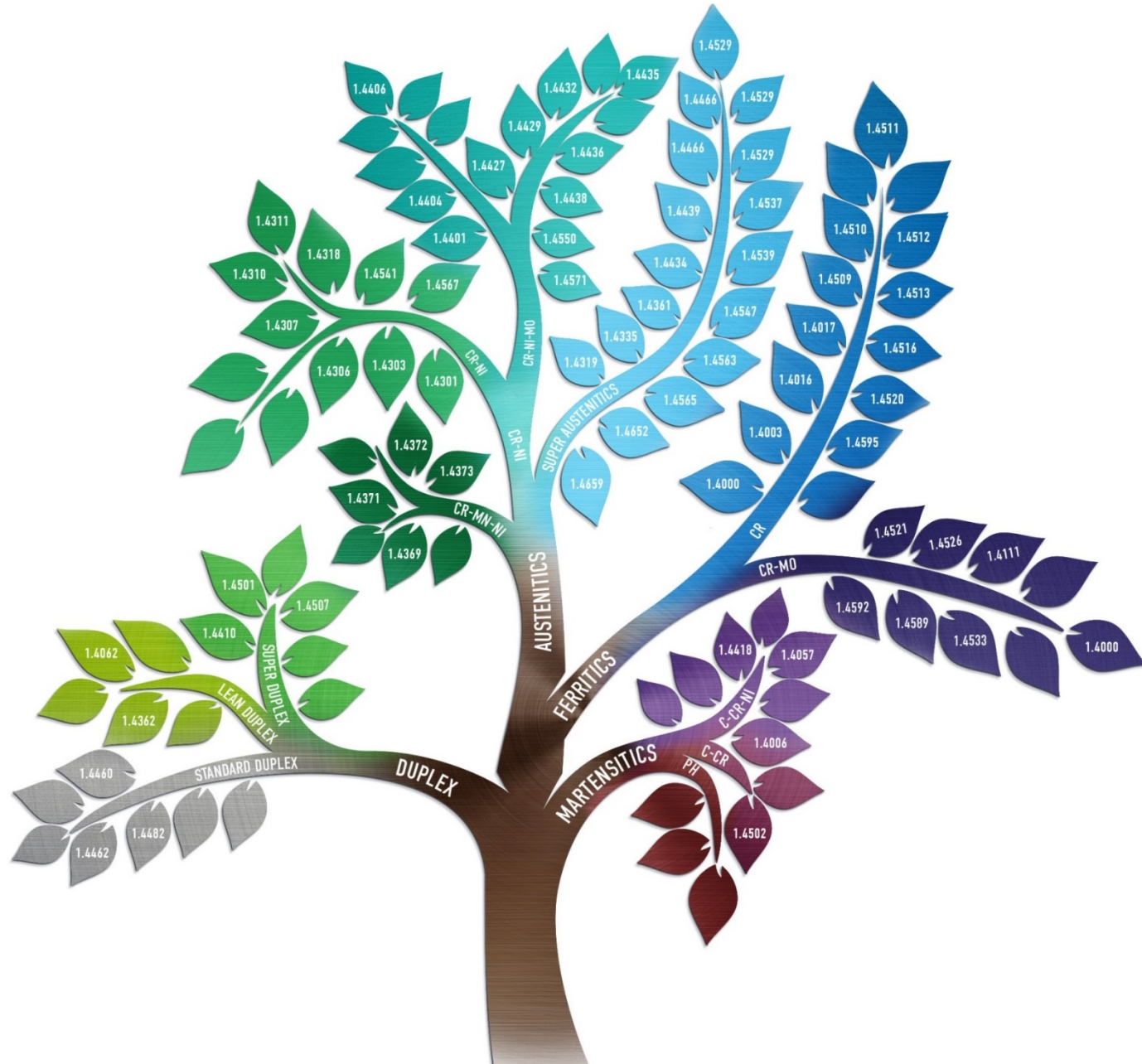
鋼種	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Other Wt%	代表的用途 ^{3,4}
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	-	-	暖房・非暖房の内装
4016	430	0,04	16,5	-	-	-	装飾内装被覆
4509	S43932	0,02	18	-	-	Nb Ti	内陸の屋根と雨水関連製品—しばしば艶出しに 錫でメッキ
4510	439	0,02	17	-	-	Ti	
4521	444	0,02	17,8	-	2,1	Ti	国内配管市場
4301	304	0,04	18,1	8,1	-	-	海岸から離れた通常の工業地帯の建物の内・外 装
4307	304L	0,02	18,1	8,1	-	-	
4306	304L	0,02	18,2	10,1	-	-	
4401	316	0,04	17,2	10,1	2,1	-	常に湿気がある箇所の用途、海岸地域、汚染さ れた工業地帯の環境、または融雪岩塩が問題と なる道路脇で使用
4404	316L	0,02	17,2	10,1	2,1	-	
4571	316Ti	0,04	16,8	10,9	2,1	Ti	
4529	N08926	0,01	20,5	24,8	6,5	N, Cu	トンネルや室内プール
4547		0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	
	S31254						

建材用の主要鋼種

EN10088-5 (棒鋼／線材／形鋼)

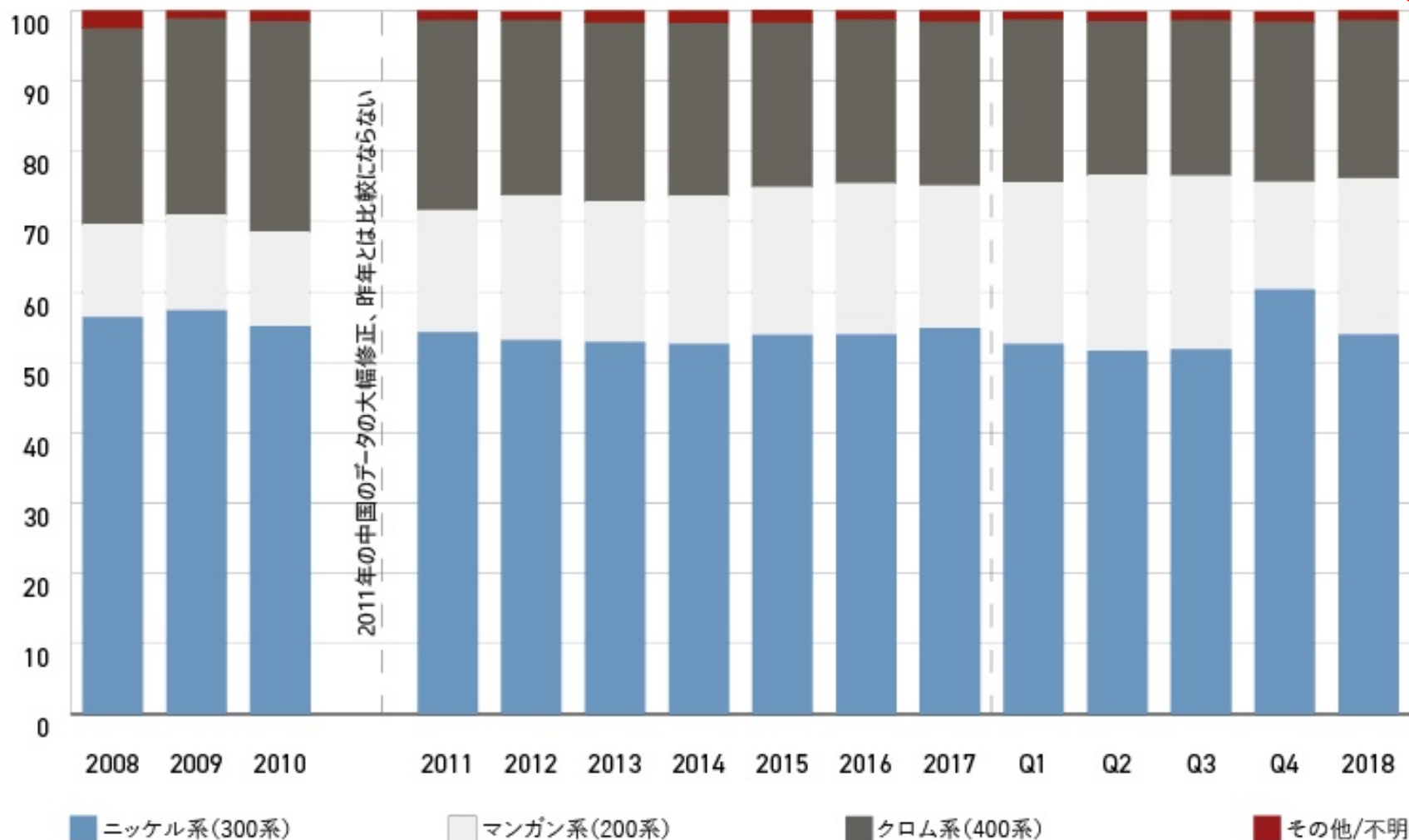
鋼種	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Other Wt%	代表的用途 ⁶
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	-	-	
4016	430	0,04	16,5	-	-	-	スレート・フック
4542	630	0,04	16,0	4,0		Cu,Nb	タイバー
4301	304	0,04	18,1	8,1	-	-	鉄筋棒鋼 A2ファスナー
4307	304L	0,02	18,1	8,1	-	-	
4311	304N	0,02	18,1	8,6	-	N	
4567	304Cu	0,02	17,1	8,6	-	Cu	
4401	316	0,05	16,6	10,1	2,1	-	海岸から離れた通常の工業地帯の建物の 内・外装, 鉄筋棒鋼
4404	316L	0,02	16,6	10,1	2,1	-	
4429	« 316LN »	0,02	16,6	11,1	2,6	N	
4529	« 926 »	0,01	20,5	24,8	6,5	N, Cu	トンネルや室内プール
4547	S31254	0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	
4362	S32304	0,02	22,5	3,6	0,3	N, Cu	鉄筋棒鋼と機械部品
4462	S32205	0,02	21,5	4,6	2,8	N	鉄筋棒鋼と機械部品

ステンレス鋼の鋼種系統別による分類



鋼種別 全世界ステンレス生産量¹⁹

UPDATED
2019!



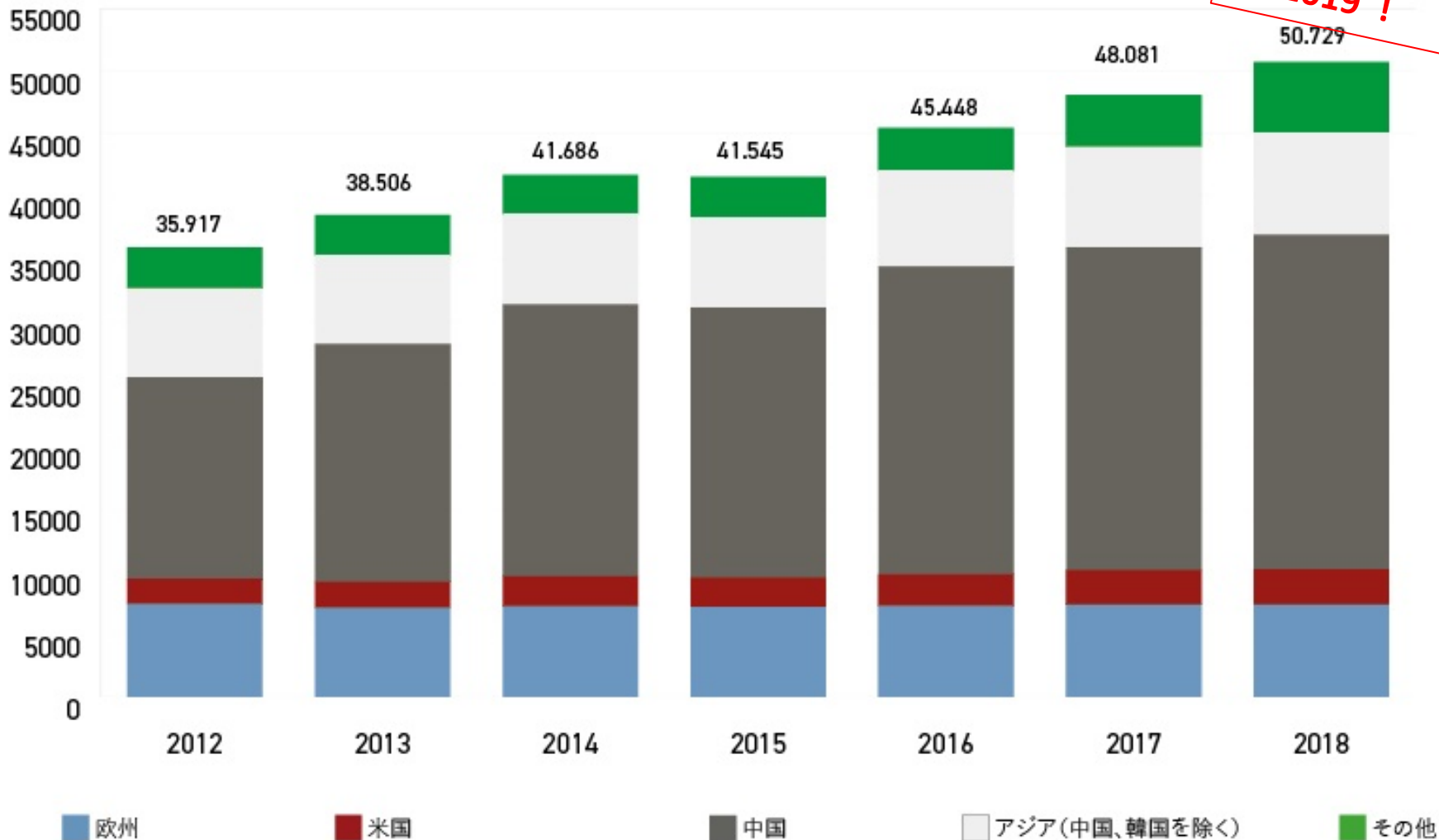
Ni価格の高騰に起因したCr-Ni系オーステナイト鋼から、Cr-Mn系、Cr系フェライト鋼および二相鋼などへの切替は今後続くと予想される

地域別製鋼ベース生産量,千トン(スラブ/インゴット含)

その他地域: ブラジル、ロシア、南アフリカ、韓国、インドネシア

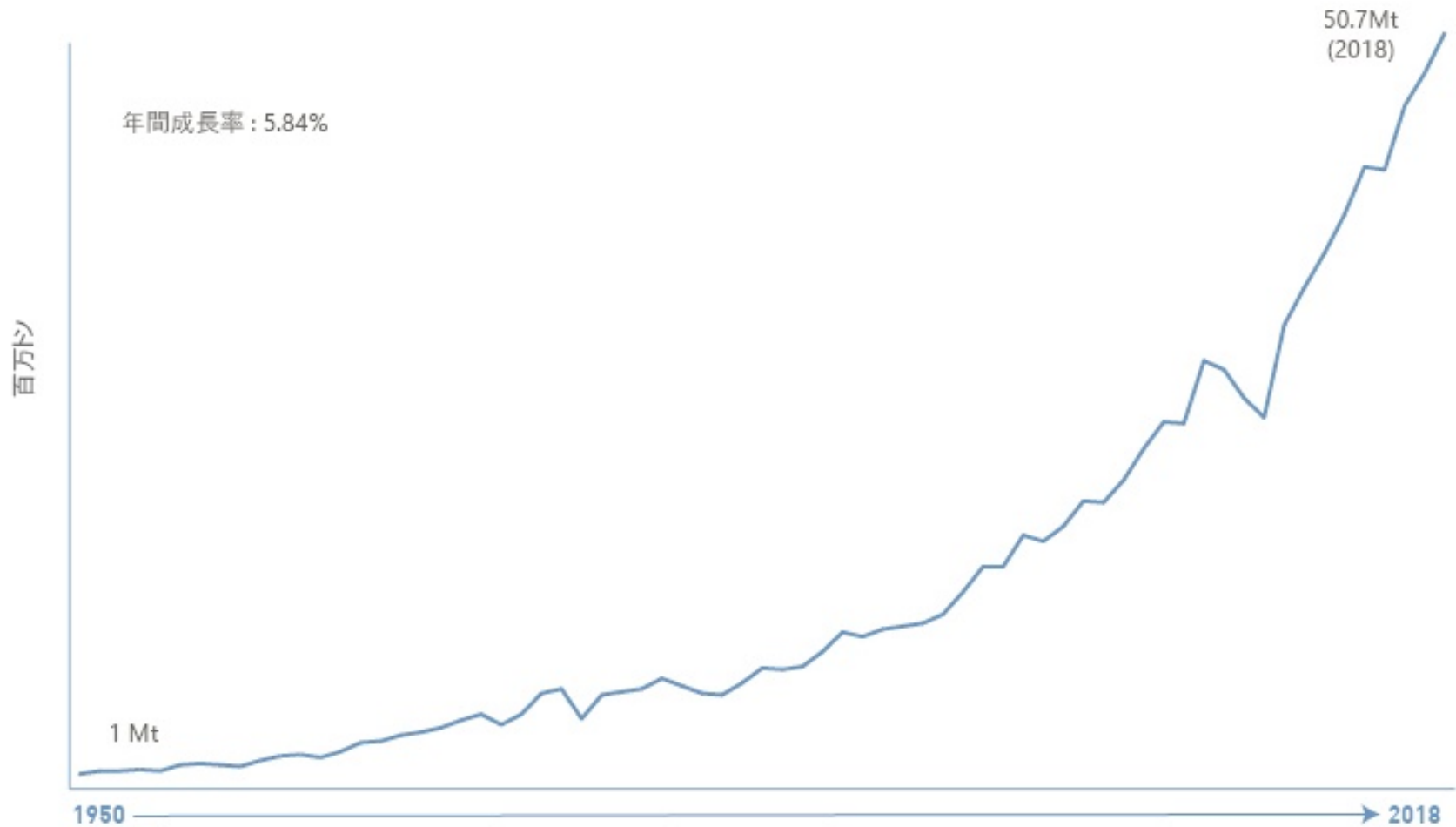
UPDATED
2019!

地域別製鋼ベース生産量,千トン(スラブ/インゴット含)
その他地域: ブラジル、ロシア、南アフリカ、韓国、インドネシア



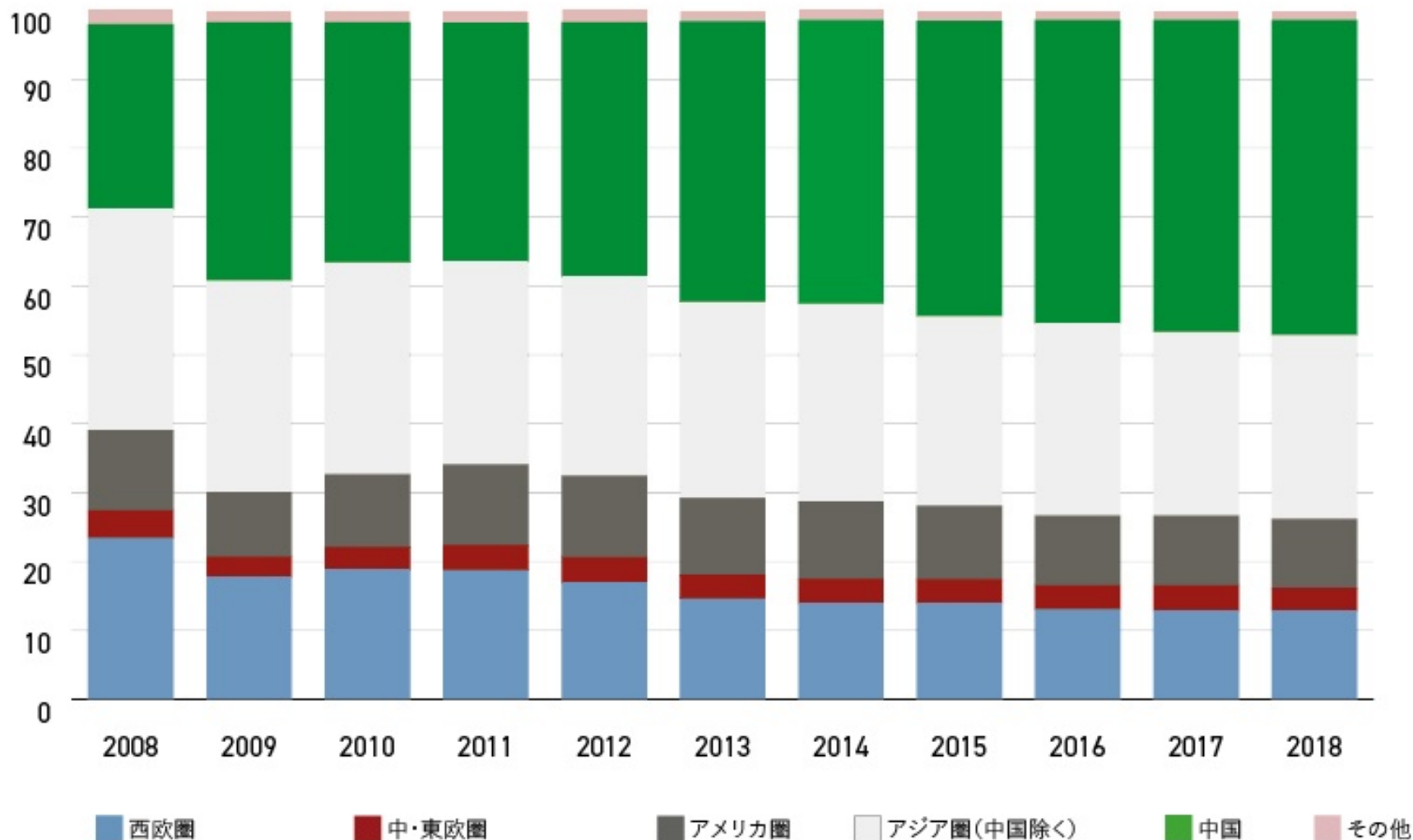
世界粗鋼生産量の年間成長 (百万トン)

UPDATED
2019 !



各地でのみかけ消費量

UPDATED
2019!



参考サイト (1/2)

1. <https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/TheStainlessSteelFamily.pdf>
2. <http://www.outokumpu.com/en/stainless-steel/about-stainless-steel/stainless-steel-types/pages/default.aspx>
3. D. Peckner Handbook of Stainless Steels Hardcover – June, 1977 ISBN-13: 978-0070491472 ISBN-10: 007049147X
4. http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Austenitics.pdf
5. New « 200 series steels »: An opportunity or a threat to the image of stainless steel?
https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSFNew200seriessteelsAnopportunityorathreat_EN.pdf
6. The ferritic solution https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_The_Ferritic_Solution_Japanese.pdf
7. Martensitic stainless steels https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_Martensitic_Stainless_Steels.pdf
8. Duplex stainless steels: <https://www.imoa.info/molybdenum-uses/molybdenum-grade-stainless-steels/architecture/structural-duplex-stainless.php?d=1>
9. https://www.nickelinstitute.org/~Media/Files/TechnicalLiterature/CapabilitiesandLimitationsofArchitecturalMetalsandMetalsforCorrosionResistanceI_14057a_.pdf
10. http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/Tables_TechnicalProperties_EN.pdf
11. http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/2014-8-Specification-and-Guideline-list.pdf
12. <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=370&featured=1>
13. http://www.worldstainless.org/what_is_stainless_steel/standards

参考サイト (2/2)

14. Chemical composition of stainless steel flat products for general purposes to EN 10088-2:
<http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=44>
15. Chemical composition of stainless steel long products for general purposes to EN 10088-3:
<http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=46>
16. EN 10088-4:2009 Stainless steels. Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for construction purposes www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/EN10088-4_EN.pdf
17. Stainless steel flat products for building – the grades in EN 10088-4 explained:
http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/EN10088-4_EN.pdf
18. EN 10088-5: 2009 Stainless steels. Technical delivery conditions for bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for construction purposes.
19. ISSF publication « Stainless steel in Figures »: https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_Stainless_Steel_in_Figures_2019_English_public_version.pdf

Thank you!