

# NO.7

# 材技研

# ニュース

# 1961

## 科学技術庁

## 金属材料技術研究所

### Originality のある研究を生み育てるものは？

第2部長 理博 田岡忠美

わが国の研究が基礎応用の両面にわたって、質、量共に世界的レベルに近づきつつあるものの、なお、Originalityの点では見るべきものが少ないと言われている。いかなる研究であれ、Originalityがなければならぬ。とりわけ基礎研究ではOriginalityがあるか否かでその研究の価値が決定づけられる。そこで、多くの人々によって、いろいろの見方で、どうすればOriginalityのある研究が出来るか議論されている。“金と時間を無駄に費え”とか“若い研究者の創意の芽を、考えの固定化した指導者がつみとってはならない”等々言われている。

誠にごもつともな御説であるが、私もOriginalityのある研究が完成されるまでを、Original ideaを生む時代とこれを育てる時代に分けて、ややもすれば見落されているのではないかと思われる一、二の点について述べてみたい。

先ずOriginal ideaが理論的にも、研究方法の上でも生まれなければならない。そのためには研究者が完全に自由な立場におかれなければならないと言われる。ところで新しいIdeaの提唱は、古いデータとはどうしても相容れない、古い考えではどうしても理解出来ない新しい実験事実が集積され、窮余の策として生まれる例がきわめて多い。それは量子論発展の途上でわれわれの先輩が数多く経験してきたとおりである。このOriginal ideaを生む力はどこにひそんでいるのであろうか？研究者の天才的才能に待つことは勿論であろうが、一面、新しいデータに対する自信、そのデータが確かに今問題としている現象の本質を示しており、予期し得ない、調節不可能な他の条件に左右されているものではないと



いう、自ら手がけたデータに対する限りない確信、これがOriginal ideaを生む有力な力となるのではなからうか。金属材料の研究の結果、今までのデータと多少異なった測定値を得た時など、あるいは測定不可能な不純物原子の影響あるいは観測雰囲気微妙な影響ではなからうかなどとお茶をにごしたり、自ら測定しない借りもののデータで議論したりする研究者にはOriginalityある研究を期待することは出来ない。

次に確信に満ちた測定データから生れた新しいIdeaもそのままでは大きくは育たない。いろいろの立場から、種々の新しい測定方法で、あるいは統計的に、あるいはミクロな直接観測を通じ総合的にこれを検討し、修正して、初めて大きく育てられるものである。

この場合は、研究者の天才的才能のみではいかんとも出来ない。あらゆる方面の熟練した実験技術者の援助を待たねばならない。それも個々バラバラのものではなく、一人の経験深い指導者の下に統率された一つの現象にピッタリ焦点を合わせた測定観測と、その正確な解析、統一的解釈の結果に待たねばならない。この場合はその研究グループの伝統的な総合された実力がものを言うことになるのであろう。私はOriginalityのある研究が完成されるための条件に、一研究者の天才的能力の自由な發揮だけでなく、第一にOriginal ideaを生むための、精度高い確信に満ちたデータの集積、第二にOriginal ideaを育てるためのいろいろの立場からの総合的データの統一的解決の必要さを強調しておきたい。チームワークのとれた熱心な研究グループもまたOriginalityある研究を生み、育てることが出来るものである。

# ◆◆◆ N-155 合金にまさる高マンガン耐熱鋼の開発 ◆◆◆

いわゆる 20Cr-20Ni-20Co 系として知られた Fe 基の代表的耐熱合金である N-155 は 850°C まで高応力下に耐え、航空機のテイルパイプ、テイルコーン、アフターバーナ部品、排気管、燃焼室、ガスタービン動翼、翼車、ノズル材などに広く使用されている。ところで、豊富な Ni 資源を持つアメリカでもニッケルの一部をマンガンで置き換えた低 Ni 高 Mn ステンレス鋼が重要視されており、また、新しいバルブ用耐熱鋼として Cr-Mn-N 系オーステナイト鋼をわが国ではアメリカから技術導入している現状である。戦時中ニッケルが枯渇したさい、わが国でも代用鋼として Cr-Mn 系の耐熱鋼（イ307、イ309、イ311 など）が生れたが、その後みるべき発展がない。ニッケル資源に不足し、マンガン資源に富むわが国としては経済性の面からもニッケルの一部をマンガンで置き換えた耐熱鋼の実現は望ましいものである。

そこで第1部耐熱合金研究室では N-155 合金中のニッケルの一部をマンガンで置き換えて、その高温特性を検討したところ、20% Ni を 10% までマンガンで置き換えても適量の炭素と窒素を含有させれば高温クリープラプチャー強度が N-155 合金よりもはるかに向上し、しかも高合金鋼にみられる鍛造の困難性がまったくないことを発見した。

図1は N-155 合金のニッケルの一部をマンガンで置き換えた鍛造試料の鍛造性試験の結果を示したもので、マンガンが増すほど変形抵抗値が減少し、明らかに鍛造し易くなることを示している。耐熱性のすぐれた高合金鋼の共通の欠点にあり、すぐれた耐熱合金が実験室的に得られながら、これを実用化する場合の最大の neck となっている。また、合金元素をさらに高めれば一層耐熱性が向上することが期待されながら、鍛造出来ないために実現されない材料が多々ある。ところで、マンガンを10%も含んだこの種材料はきわめて鍛造し易い。

N-155 合金では C 0.14% 以上、N 0.2% 以上を含むと鍛造が困難となるが、10% Mn 合金では C 0.63%、N 0.24% あるいは C 0.21%、N 0.47% 含んでも少しも割れの発生なく鍛造することが出来て、耐熱性の向上

した材料が得られる。また、さらにコバルトの一部をクロムで置き換えて30%までクロムを含む高合金鋼にしても、マンガンを含むために鍛造できる。

表1に代表的な Fe 基耐熱合金と、この研究で得られた 10% Mn 合金鋼の化学組成を示したが、その 100hr ラプチャー強度は図2のようで、10% Mn を含む本材料が最もすぐれている。たとえば N-155 合金が 100hr のラプチャーライフを示す条件下で、10% Mn 合金鋼は 700°C で 430 hr、800°C で 166hr を示し、その破断伸びも前者合金の 20~30% に対して後者では 25~45% ではるかに大きい。マンガンが増すほどまた時効硬化性が高まり、炭素と窒素の多い高マンガン鋼ではことに著しい。写真1は N-155 と 10% Mn 合金鋼の溶体化処理組織を、また写真2は 900°C で 1000hr 加熱後の組織を示したもので、いずれもオーステナイト素地組織であるが、10% Mn の方は炭素と窒素を高めてあるので、加熱後の組織には炭化物や窒化物の析出が多い。

高マンガン耐熱鋼の鍛造性向上の一因は窒素固溶能力の増加にあると考えられる。このことは同一の大気中溶製条件において、マンガンが増すほど不溶解窒素量が減少し、溶解窒素量が多くなることから理解される。マンガンが増すほどまた酸素含量も低下する。真空溶解した鋼材の延性の向上が窒素や酸素含量の著しい低下によることはよく知られているが、マンガンを加えれば大気中

※ (次頁下段※印につづく)

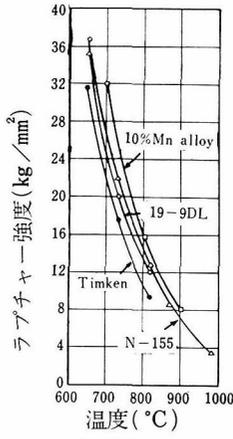


図2 代表的 Fe 基耐熱合金の 100 hr ラプチャー強度の比較

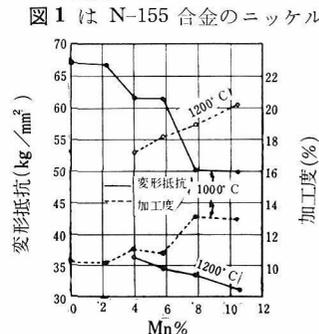


図1 1000°C および 1200°C での鍛造性に及ぼす Mn 含量の影響 (衝撃エネルギー: 5kg-m)

耐熱合金が実験室的に得られながら、これを実用化する場合の最大の neck となっている。また、合金元素をさらに高めれば一層耐熱性が向上することが期待されながら、鍛造出来ないために実現されない材料が多々ある。ところで、マンガンを10%も含んだこの種材料はきわめて鍛造し易い。

N-155 合金では C 0.14% 以上、N 0.2% 以上を含むと鍛造が困難となるが、10% Mn 合金では C 0.63%、N 0.24% あるいは C 0.21%、N 0.47% 含んでも少しも割れの発生なく鍛造することが出来て、耐熱性の向

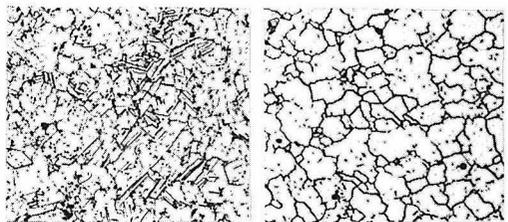


写真1 N-155 10% Mn alloy 1200°C×1 hr, 水冷の溶体化処理した試料の顕微鏡組織 (×100)

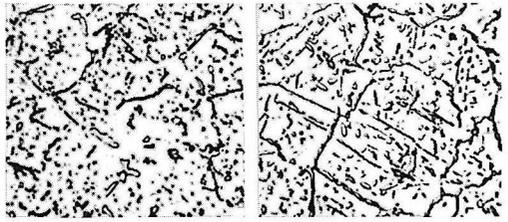


写真2 N-155 10% Mn alloy 900°C×1000 hr 加熱後の試料の顕微鏡組織 (×480)

表1 代表的基耐熱合金の化学組成

種類	組成%	C	Cr	Ni	Co	Mn	Mo	W	Cb	Ti	N	Fe
● Timken		0.08	16.0	25.0	—	1.5	6.0	—	—	—	0.15	Bal.
○ 19-9DL		0.30	19.0	9.0	—	1.0	1.25	1.2	0.4	0.3	—	Bal.
△ N-155		0.15	20.0	20.0	20.0	1.5	3.0	2.5	1.0	—	0.15	Bal.
□ 10%Mn alloy		0.21	19.96	9.52	20.13	9.91	3.01	2.79	0.97	—	0.38	Bal.

## Prestrain を加えた

# 純クロム薄膜の電子顕微鏡直接観察

従来金属材料の電子顕微鏡観察はもっぱら表面のレプリカによって行なわれていたが、この方法では金属内部の現象を直接に観察することはできなかった。それで最近では試料を電子線が透過する程度の薄膜にして、透過像の観察によって金属の内部構造を直接しらべる方法が開発され、現在すでに広範な分野に応用されている。第9部高純度金属研究室では先に Prestrain 法によって純クロムの室温脆性の改善に成功したが、さらにその機構を解明するために Prestrain を加えた純クロム薄膜の電子顕微鏡による直接観察を行なった。電子線がクロムの試料を透過するためには厚さが1000~2000Å以下であることが必要である。

そのためまず機械的研磨で厚さ約 0.15mm の試料を作り、これを電解研磨して薄膜にした。

電解条件は次のとおりである。

陰極 18-8 ステンレス板  
電解液 過塩素酸 (比重 1.60) 50cc  
+ 氷醋酸 1000cc

液温 約 15°C

電圧 30~35V

陽極電流密度 20~30A/dm<sup>2</sup>

電解時間 約 60 分

電子顕微鏡は日立 HU-10 型、加速電圧 75kV および 100kV である。写真1は再結晶試料の組織である。常温の伸びはほとんどない。写真全体は

一つの単結晶であって matrix 中に析出物様の粒状斑点が所々見られる。これはレプリカ法では認められなかったものである。試料のクロムは約 40 ppm の窒素を含有し窒素の常温における固溶限はきわめて低いことから、これはクロム窒化物と推定される。直径は平均 600Å 程度である。

写真2は再結晶クロムに 500°C で約 6% の最適量の Prestrain を加え空冷した試料の組織である。常温で30%以上の伸びを示す。写真1の粒状析出物は見えなくなり針状および円板状の析出物が認められる。析出視野の制限視野回折を行ない析出面の結晶方位を調べたところ、析出物は Cr の {100} 面に平行に板状に析出していることがわかった。薄膜の厚さが非常に薄いので板状析出物が観察される割合は少ないが、写真2中には明らかにそれが認められる。析出物の平均径は数千Åで厚さはその約 1/10 である。写真3は転位の状態を示している。写真4は過度の Prestrain を加えた場合の状態を示す。常温の伸びは数パーセント程度しか示さない。写真2, 3に比較して析出物の形状、量を異にする。

以上のように観察される析出物は窒化物の一種と考えられ、その挙動は Prestrain の効果と密接な関係にあることは明らかであるが、更に詳細な検討を行なう予定である。

透過電子顕微鏡写真

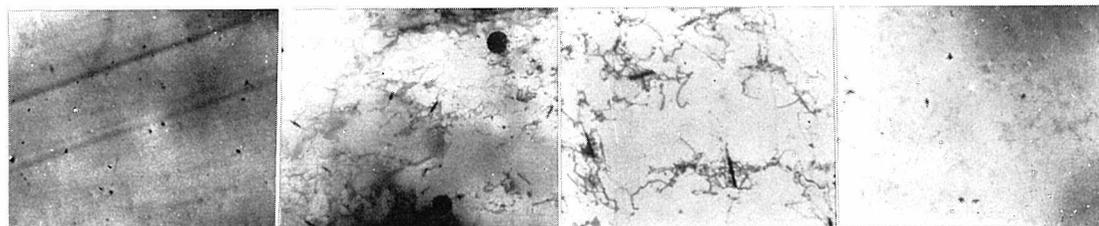


写真 1  
再結晶試料  
×5000

写真 2  
500°C 6% Prestrain 試料  
試料面 //(001), ×5000

写真 3  
500°C 2.5% Prestrain 試料  
×8600

写真 4  
400°C 6% Prestrain 試料  
×8600

※ (前頁※印からつづく)

で溶製しても窒化物の増加を来たすことがなく、これが鍛造性を阻害する恐れも少ない。しかも固溶した窒素はオーステナイトを安定に、かつ強固にし、その硬度を高め、高温強度を向上させると共に、鍛造温度における  $\delta$

相の出現を防止して熱間加工性を改善するのである。

この種の高マンガン耐熱鋼の開発は、現在、さらに高価なコバルトを安価なクロムや鉄で置き換え、わが国状に適した新耐熱鋼種の実現に向って進んでいる。

# —— 科学技術庁受託研究規程定まる ——

科学技術庁訓令第36号  
昭和36年6月13日

## 科学技術庁受託研究規程

(目的)

**第1条** この規程は、科学技術庁に附属する研究所（以下「研究所」という。）が、その所掌事務に属する研究及び試験並びにこれらに伴う技術的調査（以下「研究」という。）を受託する場合の手續その他必要な事項を規定することを目的とする。

(申請書の提出)

**第2条** 研究所の長（以下「所長」という。）は、研究所に研究を委託しようとする者があるときは、その者に別記様式による研究委託申請書を提出させるものとする。

(受託契約)

**第3条** 所長は、前条の研究委託申請書の提出があった場合において、受託することを適当と認めるときは、受託しようとする研究につき、委託者と研究の受託に関する契約（以下「受託契約」という。）を締結するものとする。

2 所長は、委託者と受託契約を締結しようとするときは、あらかじめその旨を契約書の案を添えて科学技術庁長官（以下「長官」という。）に

届け出るものとする。

3 前項の規定は、受託契約を変更する場合に準用する。

(受託研究の終了等の報告)

**第4条** 所長は、受託研究が終了し、又はこれを打ち切り若しくは延期したときは、その旨を長官に報告するものとする。

(研究結果の公表)

**第5条** 所長は、受託研究が終了し、又はこれを打ち切ったときは、遅滞なく、受託研究の結果を公表するものとする。ただし、所長が委託者の業務上の秘密に属すると認める部分についてはこの限りでない。

別記様式

研究委託申請書

年 月 日

金属材料技術研究所長殿

申請者

住所

氏名（名称及び代表者の氏名）印

下記により研究を委託したいので申請します。

記

1. 研究の題目
2. 研究の目的及び内容
3. 研究の実施期間についての希望
4. 研究用資材及び設備の提供についての希望
5. 研究補助者の派遣についての希望
6. その他研究の実施についての希望
7. 添付書類の名称



三木科学技術庁長官の告辞

### 短 信

#### ★開所五周年記念式典挙行

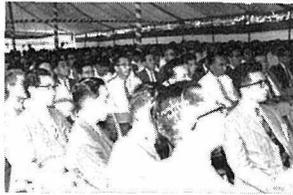
7月20日（木）は、本研究所が開所してから五年目に相当しているので、当日午後2時から記念式典を行なった。来賓者は三木科学技術庁長官をはじめ官民多数（約600名）にのぼり、盛大に挙行された。



#### ★月例所内研究報告会

7月4日午後1時30分 建設功労者に感謝状を贈呈から下記のとおりに行なった。

- X線マイクロアナライザーとその性能について  
第3部 表面化学研究室 鈴木技官
- 軽合金の凝固に及ぼす超音波の影響  
第7部 軽合金研究室 荒木技官
- Zinc-Ferrite の生成およびその酸溶性について  
第7部 希有金属研究室 新居技官



記念式典風景

(通巻 第31号)  
編集発行人 吉 村 浩  
印 刷 奥村印刷株式会社  
東京都千代田区西神田

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

東京都目黒区中目黒2丁目300番地  
電話 目黒(712) 3181 (代表)