



Serendipityに期待して 第二幕*

田中 宏樹**

The Second Act in Expectation of Serendipity*

Hiroki Tanaka**

軽金属学会のホームページにエッセイの記事があり、これまで80名以上の方が、それぞれの想いを綴られています。私も第30回エッセイを執筆しました。その際のタイトルが「serendipityに期待して」でした。serendipityとは予期していなかった好結果を導き出す（あるいは見抜く）才能であるという趣旨から、ラボ試作板の熱的安定性の変化と高ランクフォード値化を紹介しました。夏場と冬場で試作した板材の熱的安定性が全く異なり、これはロール温度が変化したことによる抜熱の影響であると推論し、ロール加熱により熱的安定な下部組織形成について検討しました。そして、熱的安定なサブグレイン組織を有する圧延集合組織が顕著なアルミニウム合金板材は、45°方向のランクフォード値が3を超える値を示すことが判明しました¹⁾。このエッセイの最後は「今も serendipity なる能力に期待して、実験を行う日々である」と結んでいます。

その後、どのような楽しい結果が得られたのか？についてご紹介します。対象合金はいたってシンプルで、アルミニウム (Al) に鉄 (Fe) とケイ素 (Si) が含まれた単純な組成です。授業では1000系合金は3000系合金よりも加工硬化しにくいと教わっています。単純な表現では、1000系合金は強度が低いと言われます。ある時、溶湯圧延で試作した1050アルミニウム合金のデータを見る機会がありました。80%程度冷間圧延したサンプルの引張強さが200 MPa程度と、DC法で試作した材料よりも高い値が示されていました。この時は、溶湯圧延特有の現象と思い、深く考察することはありませんでした。後日、合金の特性を量子力学の視点から論じた本²⁾を読んでいると、「溶媒と異なる結晶構造をもつ溶質原子は、加工されると（電子）軌道が重なり合い、共有結合して硬化する」と説明されていました。Alは

面心立方、Feは体心立方、Siは単純立方。FeやSiの固溶量が多くなれば、加工硬化しやすくなるのでは？溶湯圧延材はFeとSiの固溶量が多くなっていたため、冷間圧延後の強度が高くなったのでは？このような推論を考えると、すぐに確認試験を始めました。SiとFeの固溶量を考慮して、製造条件を変えて試作すると、推論通り加工硬化能が変わりました。特に固溶Feの影響は凄まじく、加工硬化能を大きく向上させることが分かりました³⁾。その結果、Fig. 1に示すようにMnを添加していない1100アルミニウム合金硬質箔が3003アルミニウム合金硬質箔よりも高強度で、導電性の高い特性が量産材で得られたのです⁴⁾。Al中のFeの最大固溶量は400 ppm程度と少ないことが知られています。

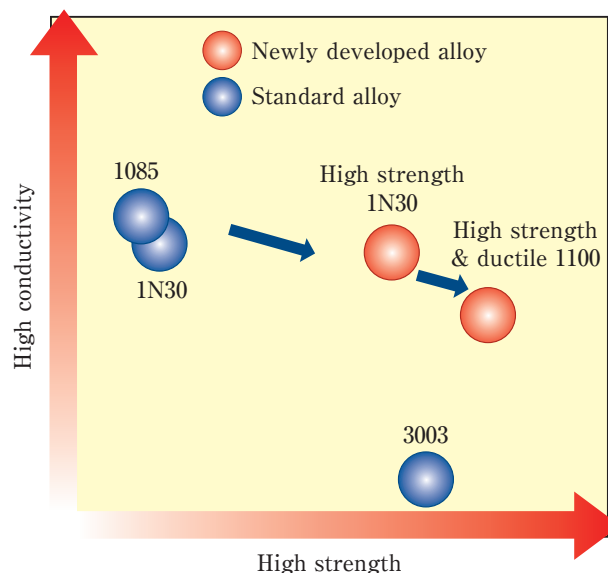


Fig. 1 Properties of aluminum foils for cathode current collector of LIB⁴⁾.

* 本稿は、軽金属, 69 (2019), 296の随想に掲載されたものを改訂。

Revision of essay and letters of Journal of The Japan Institute of Light Metals, 69 (2019), 296.

** (株)UACJ R&Dセンター 第一研究部 博士(工学)

Research Department I, Research & Development Division, UACJ Corporation. Dr. Eng.

一般的な均質化処理を行うと、Fe固溶量は50 ppm以下に下がります。これまでは、均質化処理後のFe固溶量が少ない状態での加工硬化能が知られていましたが、見方を変えてFe固溶量を低下させずに冷間圧延すると、高強度化が達成できたのです。Siも固溶量を多くすると、加工硬化能が向上しました。Al中のFeやSiは不純物元素として扱われることが多いですが、私にとってはその固溶状態を制御することで新たな材料特性を示してくれる、重要な添加元素であるとの認識をもっています。FeやSiの不思議な挙動については、まだまだ楽しい話がありますが、この次の機会に紹介したいと思います。

参考文献

- 1) H. Tanaka: Mater. Trans., **45** (2004), 69-74.
- 2) 竹田真帆人, 田邊晃生:合金論の歴史と倫理, ミューズ・コーポレーション, (2007), 146-152.
- 3) 日本国特許第5959423号
- 4) 渋谷和久:水曜會誌, **25** (2018), 3-13.



田中 宏樹 (Hiroki Tanaka)
(株)UACJ R&Dセンター 第一研究部
博士(工学)