

ナノ界面とマクロ挙動を繋ぐ感性と科学とシミュレーション

Human sense, Science & Simulation for Linking Nano-Interface & Macro Behavior

黒田 孝二(京都工芸繊維大)

Koji Kuroda (Kyoto Institute of Technology)

E-mail: koji_splash_kuroda@jcom.home.ne.jp

1. はじめに

最先端のバイオ・エネルギー部材開発の決め手はゆらぎ状態のナノ領域をマクロ機能構造に導くプロセス制御にある。そこでは、熱ゆらぎ状態の水系材料に秩序良くナノ核を誘発する「場」と、この核を所期のマクロ構造に発展させる「プロセス整合」がものづくり技術創出の鍵となる。

講演では、筆者の印刷会社時代の研究開発や、業界初の分析センター設立、移動分析車による現場解析、伝統技術にひそむ未知の工学要素の検証の経験に基づき、感性と科学とシミュレーションを融合したナノからマクロへの発展モデルを紹介し、諸氏のナノ界面解明の参考に供したい。

2. ものづくり現場の感性と科学

現場課題の解明には客観的な計測値と、主観的な感性の体系化で得た確信とがシンクロする領域を見出すことで、独創的なソリューションへの道が開ける。反応や吸着などの素過程の解明とマクロ構造の物性評価には科学が有効であり、ナノからマクロに発展する材料挙動は個性豊かで非線形とも言われ、この制御にはものづくり現場で培われた感性資産を活用してきた実情がある。

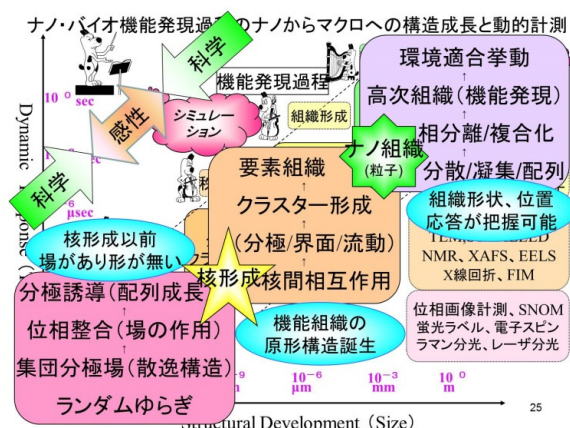


Fig.1 Dynamic measurement for human sense & science hybrid

3. 現場現象の可視化と水の濡れ挙動の解明

印刷インキが版から紙に転移する速度は1msec以下と速いが、現場の熟練者は高速度VTR映像を確認すると確信を持って改善活動を始めます。当時の現場は、水性インキの転移の安定化が課題であり、制御要因の把握のため、実験とシミュレーションから水の特異性を把握した。注目すべき現象は水は荷電壁面に濡れやすく、特に負電位の界面近

傍では水分子の分極方位が傾いて回転拡散が活発になり、流動性が向上するとの結果である。¹⁾

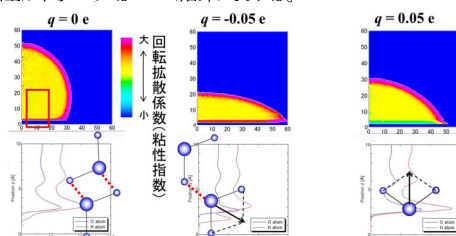


Fig.2 water molecular dynamics on charged wall

4. 土壁流動挙動への道具の作用の特異性

伝統技術は卓越した先人が育んだ感性資産である。お茶室文化をくむ京壁の仕上げに刀鍛冶が鍛造したと伝わる鍔 (コテ) で混練すると土壁の流動性が向上し、粘土層が緻密に表面を覆い、繊細な美観を奏することを検証した。²⁾

この鍔では、塗工直後に「ノロ」と呼ばれる粘土を含む水が表層に滲出する現象が認められる。この現象を微粒子の分散・混練した実験とシミュレーションによると、混練が系内の微粒子の流動配列を誘発し、微粒子の接合と流動に寄与しない余剰な水が系外に排除される現象と解釈される。「練り」の完了時に「照り」が浮く現象とみられる。³⁾

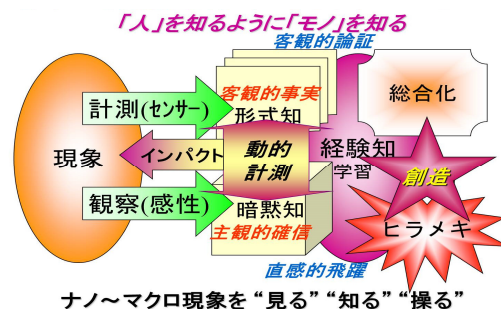


Fig. 3 Dynamic measurement for human sense & science hybrid

5. 今後のものづくり

一般的に、マクロな流体挙動とナノ領域の分子動力学はモデル整合しないが、企業研究には、実学応用の観点から感性と科学の接点を見出す工夫が求められる。道具の材質を変えるだけで混練状態が改善する作用機序は未解明であるが、ものづくり企業には、現場の感性資産を境界条件を整えて先進分野に応用する知恵が求められている。

参考文献

- 1) 小川他, 第22回計算力学講演会, pp278-279(2009)
- 2) 黒田他, 日本機械学会機械材料・材料加工技術講演会 2012 No.724, (2013)
- 3) Yukio Yamaguchi, AMIS20014, (2014)