

力・トルクの国家計量標準について

■ 力標準

1) 力の国家標準は、実荷重式・こうかん式・油圧式の力標準機により実現されています。実荷重式力標準機では、重錘に働く重力を校正対象の力計に直接負荷します。こうかん式および油圧式力標準機では、重錘に働く重力をこうかん（挺子）機構や油圧シリンダーを用いて増幅した上で校正対象の力計に負荷します。重錘の質量は 1×10^{-6} 程度にまで調整され、質量の国家標準にトレーサブルな校正がなされています。また、力標準機の設置場所の重力加速度は、時間および長さの国家標準へのトレーサビリティが確保された絶対重力計により測定されています。

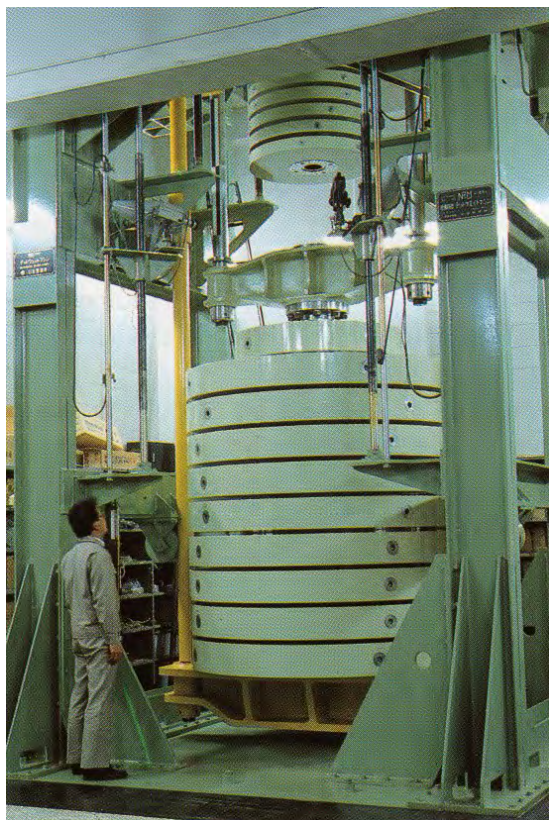
2) 力標準機は、校正装置として普段の校正サービスにも使われています。

校正の範囲と相対拡張不確かさ

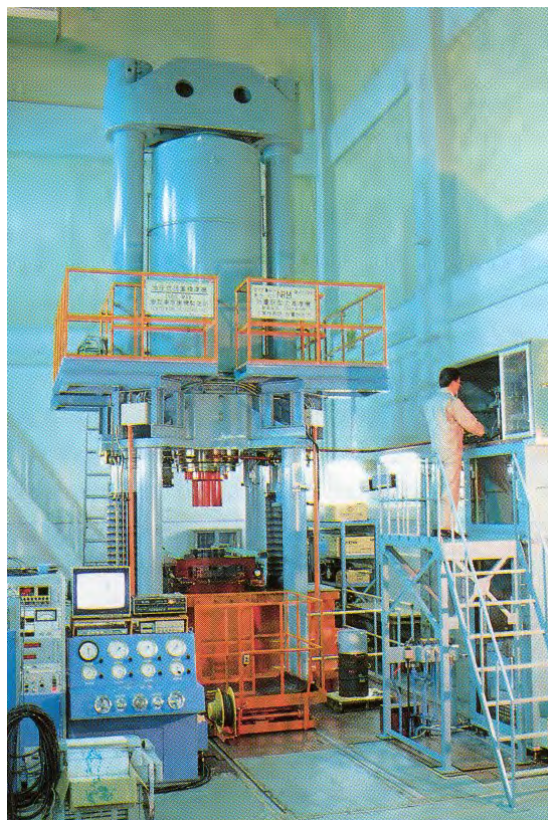
10 N - 540 kN: 2.0×10^{-5} (包含係数 $k=2$)、実荷重式力標準機による

0.1 MN - 1 MN: 1.0×10^{-4} (包含係数 $k=2$)、こうかん式力標準機による

0.2 MN - 20 MN: 1.0×10^{-4} (包含係数 $k=2$)、油圧式力標準機による

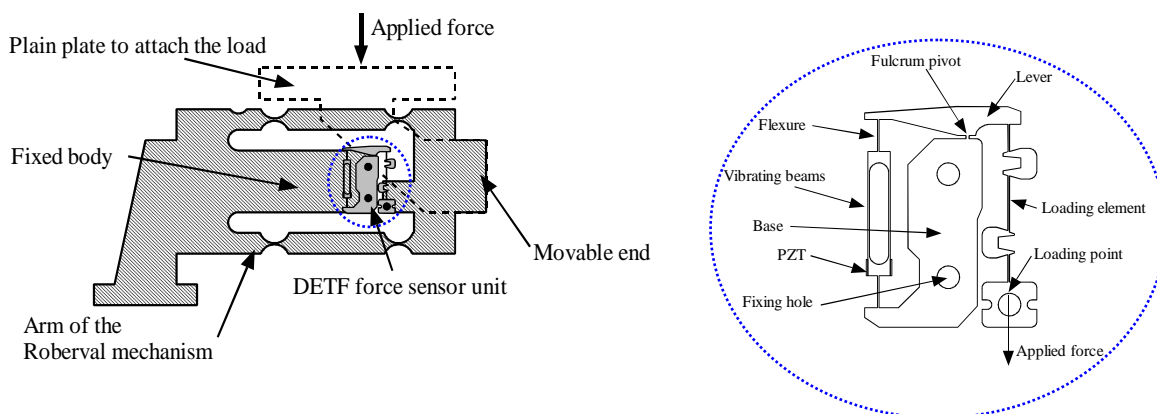


540 kN 実荷重式力標準機



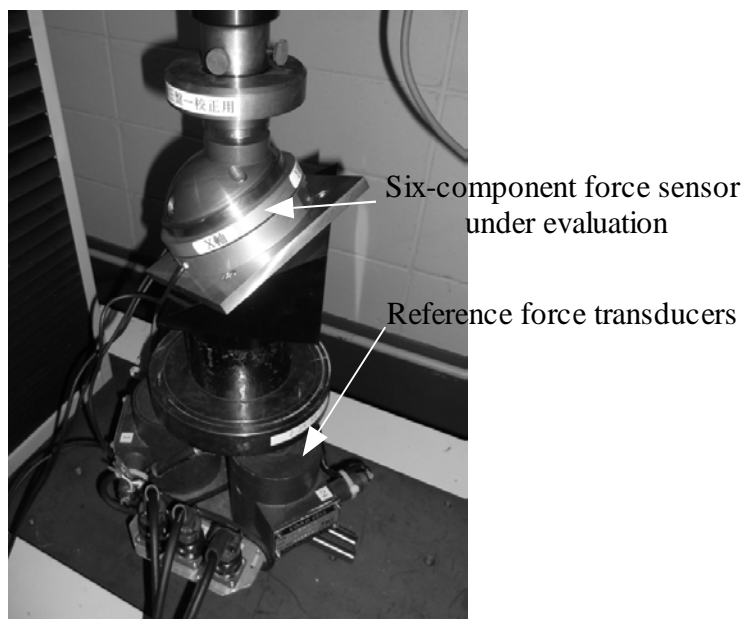
20 MN 油圧式力標準機

3) 力標準を高い精度を保ったまま社会に供給するためには、長期間に渡り感度が安定した力計が必要です。当研究グループでは、音叉式力センサを使用した高安定・高精度な力計の開発を進めています。

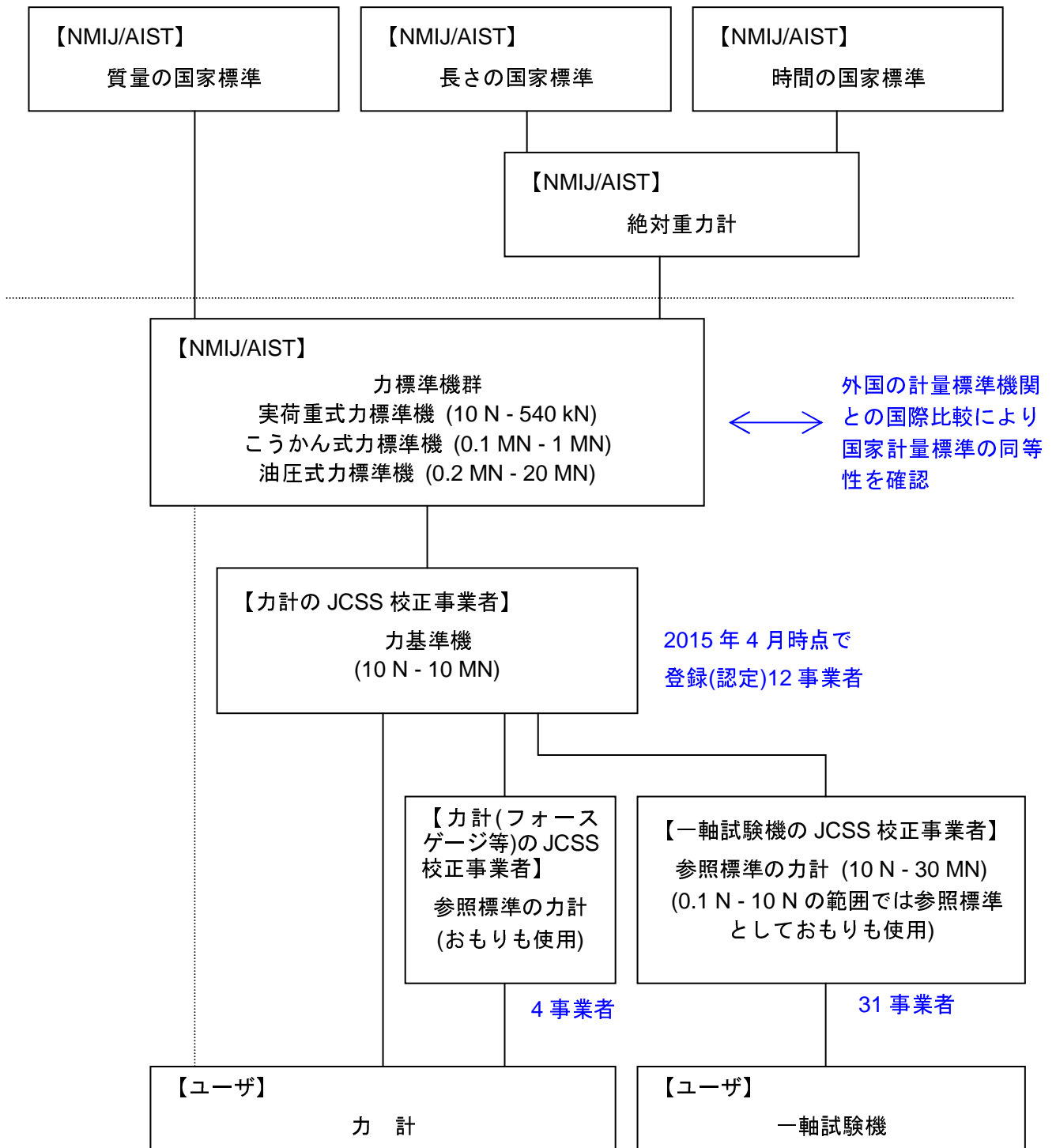


音叉式力計の構造（一例）

4) 産業の現場では、一方向の力だけでなく複数の方向から作用する力とトルクを同時に測定することが必要になる場面も数多くあります。そこで当研究グループでは、3分力計や6分力計などの特性を評価する技術の開発にも取り組んでいます。



6分力計の特性の一軸試験機と傾斜板を用いた評価実験の様子



備考: ユーザの何者かは、材料の引張試験等を行う試験所として JNLA や JABにより登録(認定)されている。

※ NMIJ/AIST : 産業技術総合研究所 計量標準総合センター

力計測のトレーサビリティ体系

■ トルク標準

1) トルク（力のモーメント）の国家標準は、実荷重式トルク標準機により実現されています。実荷重式トルク標準機では、重錘に働く重力をモーメントアームの先端に負荷し既知のトルクを発生させます。重錘の質量は 1×10^6 程度にまで調整され、質量の国家標準にトレーサブルな校正がなされています。また、トルク標準機の設置場所の重力加速度は、時間および長さの国家標準へのトレーサビリティが確保された絶対重力計により測定されています。モーメントアームの長さ（腕の長さ）は、三次元座標測定機を用いて長さの国家標準にトレーサビリティを取りながら測定されており、周辺環境温度の変動によるモーメントアームの僅かな熱膨張は、校正中常時監視され補正※されます。

※ ただし 10-N・m 実荷重式トルク標準機については、モーメントアームに低熱膨張材を使っているため、長さ補正はしていません。

2) トルク標準機は、校正装置として普段の校正サービスにも使われています。

校正の範囲と相対拡張不確かさ

・トルクメータの校正

0.1 N・m - 10 N・m: 1.0×10^{-4} (包含係数 $k=2$)、10-N・m 実荷重式トルク標準機による

2 N・m - 1 kN・m: 5.0×10^{-5} (包含係数 $k=2$)、1-kN・m 実荷重式トルク標準機による

※ ただし、2 N・m - 20 N・m の範囲で校正を行う場合は、 1.0×10^{-4} (包含係数 $k=2$)

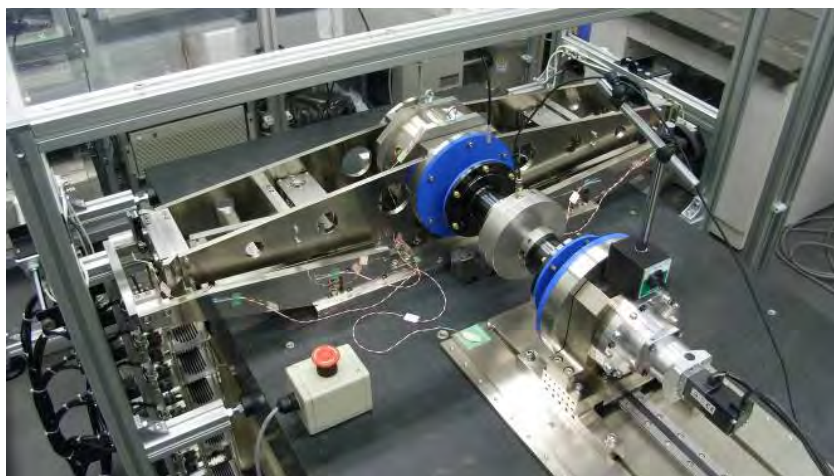
0.2 kN・m - 20 kN・m: 7.0×10^{-5} (包含係数 $k=2$)、20-kN・m 実荷重式トルク標準機による

・参照用トルクレンチの校正

5 N・m - 1 kN・m: 7.0×10^{-5} (包含係数 $k=2$)、1-kN・m 実荷重式トルク標準機による

0.2 kN・m - 5 kN・m: 1.0×10^{-4} (包含係数 $k=2$)、20-kN・m 実荷重式トルク標準機による

3) トルク計測のトレーサビリティ体系を整備するために、関係する産業界と協力しながら、トルク計測機器の校正方法・不確かさ評価方法・校正用機器の管理方法などに関する技術基準作りや改正を進めています。



10 N・m 実荷重式トルク標準機

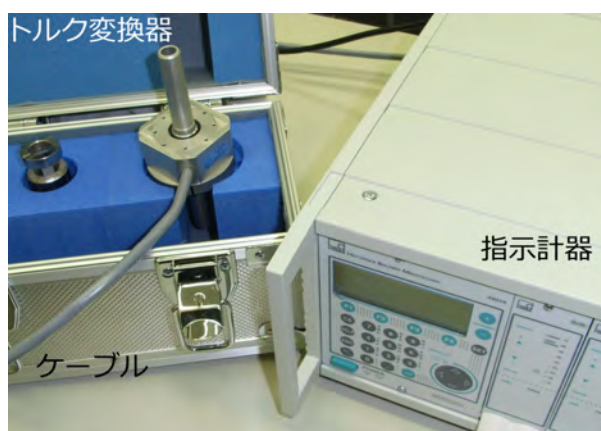


1 kN·m 実荷重式トルク標準機

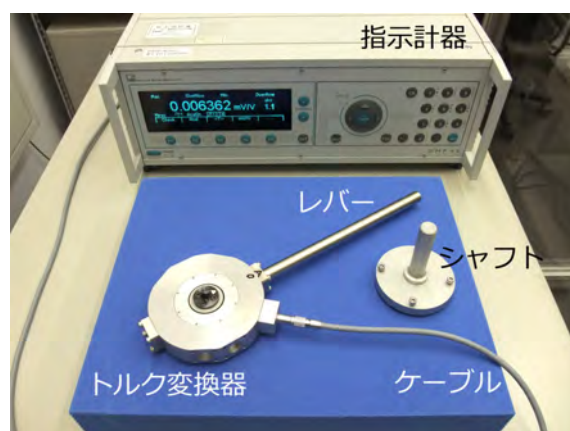


20 kN·m 実荷重式トルク標準機

4) 精度と信頼性の高いトルクの計測は、特に小容量のトルク領域では、医療機器や OA 機器用の小型モータの性能評価並びにトルクドライバなど手動式トルクツールの信頼性を確保する上で重要です。当研究グループでは、トルク標準の下限を現在の 0.1 N·m から更に 0.01 N·m に拡大するための研究を進めています。また並行して、計測器メーカーと協力しながら、トルク標準の供給に必要な性能を有する参照用のトルクメータやトルクレンチも開発しています。

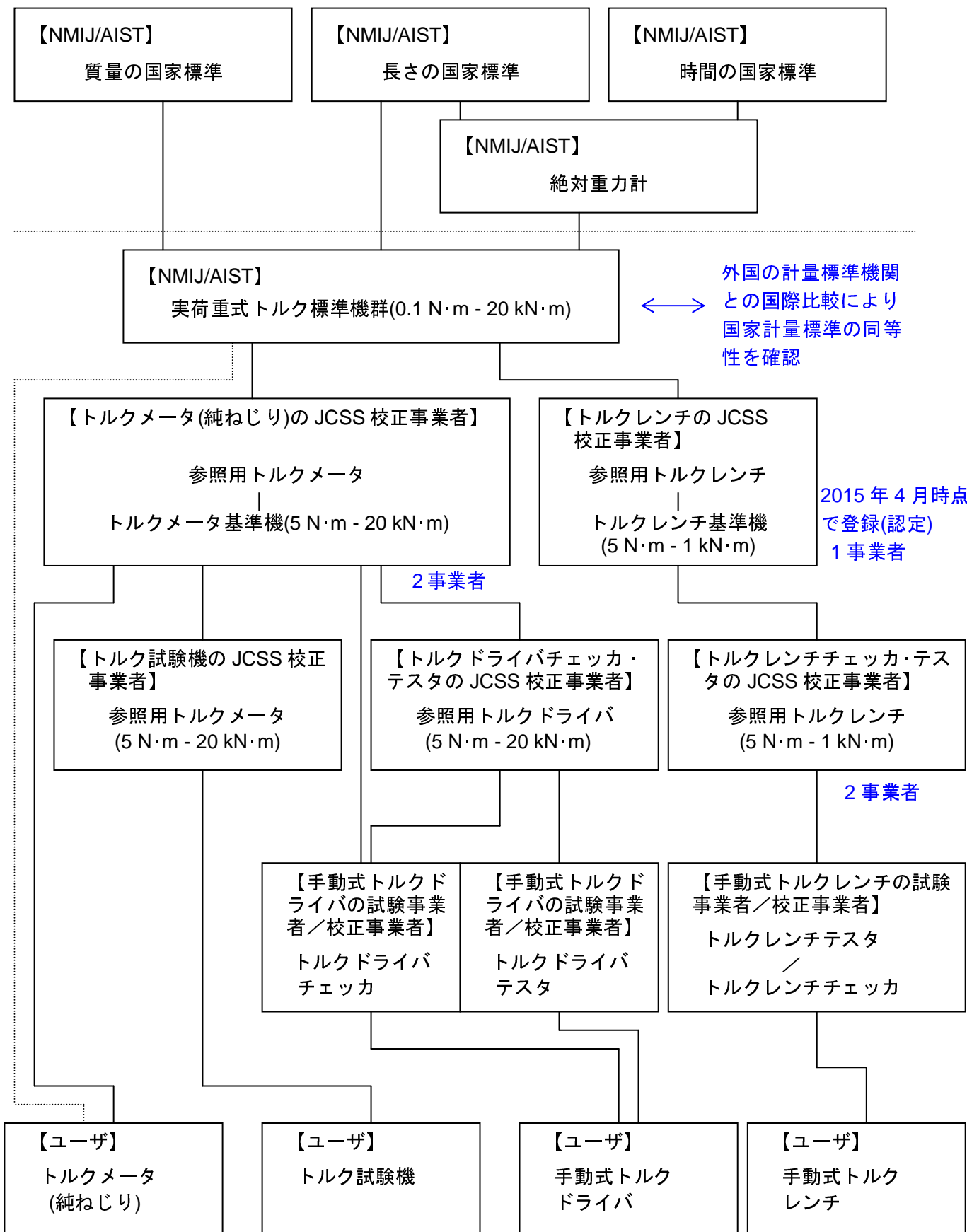


小容量(1 N·m)参照用トルクメータ



小容量(5 N·m)参照用トルクレンチ

5) トルク計測の現場では、自動車エンジンのテストスタンド・モータ試験機・ねじり疲労試験機などのように、時間とともに変化する動的なトルクの計測が必要になる場合もあります。当研究グループでは、トルク試験装置の動特性を評価する技術の開発にも取り組んでいます。



トルク計測のトレーサビリティ体系