

標準化의 世界的 動向과 우리의 對應(III)



(株)迎 日
代 表 理 事
金 榮 華

Metrication

前회까지는 世界的인 추세와 對應에 主로 개론적이고도 큰흐름의 母法的인 面에 치중했다면, 이번 회부터는 各論的이고 細部施行的인 實質面에 대해서 그 語源과 부처진 이름의 來歷에 대해서 진행함이 좋을듯 하여 記述코자 한다.

每事に 원인과 과정과 결과가 있듯이 通常 斷片的이고 흑백논리에 自己主觀이 지나치다보면 過程重視의 看過로 큰 失手를 하게 된다고 본다.

이야기가 탄곳으로 가는 듯하겠지만 新都市 住宅問題가 本人의 생각으로는 되고 보자는(責任은 뒷전이고) 發想에서 배태되었다고 보고싶다.

왜냐하면 200만戶를 짓는다고 공言은 했고 그 결과 파생과 파장은 뒷장으로 넘기고 目標指向的이고 軌道修正의 妙도 모르는 그야말로 無條件 前進一邊倒인 면이 모든面에서 나타나는데, 그중 한 편린이 不實工事라고 한다면 과연 그릇된 판단일지?

每事に 市場機能 즉 수요공급의 大原則을 앞으로 전진만 외치다 보니, 모래가 모자라면 먼 심진강 모래보다 당장 쉽고 곳감이 단것처럼 바닷모래라도 쓸

수 밖에……

하기야 예시당초부터 더듬했고 너무 대담했던게, 아무리 人口나 國力이 伸張되고 했어도 중학교 나옴고 곧바로 취직되자마자 社員宅宅을 요구하고 분출하는 욕구를 들어준다는 자체가 目標指向性에만 의미를 부여했지, 우리 역사 5,000년 가까이 살면서 500만戶 정도의 반 가까이 단시일에 짓겠다는 발상을 가지고는 혼자할 수 있는 領域이지 共感帶를 形成하지 못하고 國家의 富와 國民의 精力만 낭비하는 꼴이 되기에 小見이나 衆智와 多元의 意見接近이 없이는 공염불 밖에 안되는 點을 기초에 깔고 先進國 특히 美國을 깊이있게 보고 아직까지 세계 5~6個國에서만 Metric System을 完全히 使用한다는 점과 前회에 기술한 바 있듯이 歐美와 日本등 實質的으로 先進 나라들을 배우는 의미에서 기술코자 한다.

아마도 電氣電子部門이 어떤 分野보다도 Metric System을 가장 복잡하고 多機能的으로 活用 使用하리라라고 필자는 본다.

우리나라의 尺貫法이 Meter法으로 바뀌기 시작한 것은 公式的으로 朴正熙大統領 시절인 1960年度 初

라고 기억되는데, 民間療法이 유지되듯이 어느정도까지는 命脈이 이어지겠으나 우리工產品이 KS표시품이란 것 가지고는 수출시장에서 안먹혀들 듯이(언젠가는 可能하겠지만) 세계 唯一의 超強大國 美國도 쓰기로하고 進前되는 時點에서 착실히 實踐함이 妥當하다고 본다.

하기야 本人 생각으로는 그중 가난하고 어렵게 살던 것이 잊그제인데 세계에서 근로시간이 가장 적은 놀고먹자 天國이 쥐꼬리 땅덩어리 大韓民國은 누가 마구 바꾸는지 설인지 민속절인지 두번씩 바꾸는데 영특한 人物이 나오면 이제 다시 尺貫法만 써라하는 명칭이가 나오면 本人은 쥐구멍에 .안간다고 버티어야 겠지만.

우선 約束과 合議體우선의 관행에 젖어온 구미의 合理主義에서 본 美國의 추진현황과 接近方式은 관련당사자가 거의 參與하는 方式이라는 點을 간과하지 않아야겠으며, “도표 1”에서 보듯이 소비자 단체까지 參與해서 결정하니 均소리가 있을수 없게 되는 것이 타당하다고 본다.

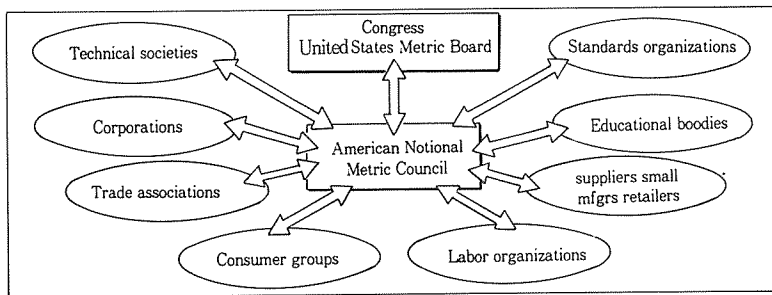


도표 1

상기 도표에서 中央의 ANMC는 순수 非營利私設 團體로 각 해당 部門의 意見을 收斂하여 國회를 걸쳐 立法化하게 됨은 IEEE나 NEMA에서 作成한 것이 ANSI의 이름으로 法制化됨과 같은 과정을 거치게 됨은 본받아 좋은 現象인 것이다.

實利的인 西歐人들이 INCH-POUND의 二進法에 의해도 지장이 없으나 輸入先이 미터法에 의한 計量을 要求하니 어쩔 수 없음도 인정하고, 두차례의 中

東 Oil Crisis에서 勢不利함을 깨우친 美國이 前述한 米 SI(Les System International d'Unites)가 1876년에 결성된 基本단위 7개에 보조단위 2개로 9개 단위를 출발로 22개의 과생단위를 가지게 되었는 바, 이 22개의 단위의 대부분은 世界科學史에 찬연히 빛나는 科學技術者 自身들의 이름에서 유래되게 된 것이다.

- 우선 基本計量單位 7個단;
- 길이나 거리단위: meter, 기호 m

- 질양이나 무게단위:kilogram, 기호 kg
- 시간단위:second, 기호 S
- 전류크기단위:Ampere, 기호 A
- 온도단위:Kelvin, 기호 K
- 분자량 단위:mole, 기호 mol
- 조도(밝기)단위:candela, 기호cd의 7種으로 하여 Radian과 Steradian의 2개의 보조단위를 基本으로 하여 총 31개의 SI단위 體系를 구성케 되었으며, 電氣界의 기본단위인 Ampere에서 $W/A=V$ 등으로 보조단위 Watt에서 Voltage단위 V를 유도케 된 것이 다른 분야나 계통에도 적용되게 된 것이다.

實際上 美國이 Meter法에 의해 계량을 통일하게 된 것은 民間企業에서부터 시작하여 英國이 EC에 加入한 이듬해인 1973년에 ANSI에 正式으로 常設機構를 설치하여 本格的으로 추진해 온 것이다.

1975년에 Meter法으로 변경하기 위한 法令이 94-168로 가결 공포되어 U.S. Metric Board란 미터법통계국이 설립되게 된 것이다.

이런 과정에서 특기할 事項은 건설분야 군사분야(수출의 大宗이 무기류니까) 보다도 電氣分野에서 先鋒役割을 했다는 것은 대대적인 변혁보다는 차분한 변화를 추구하는 약간 보수성향의 電氣業界로서

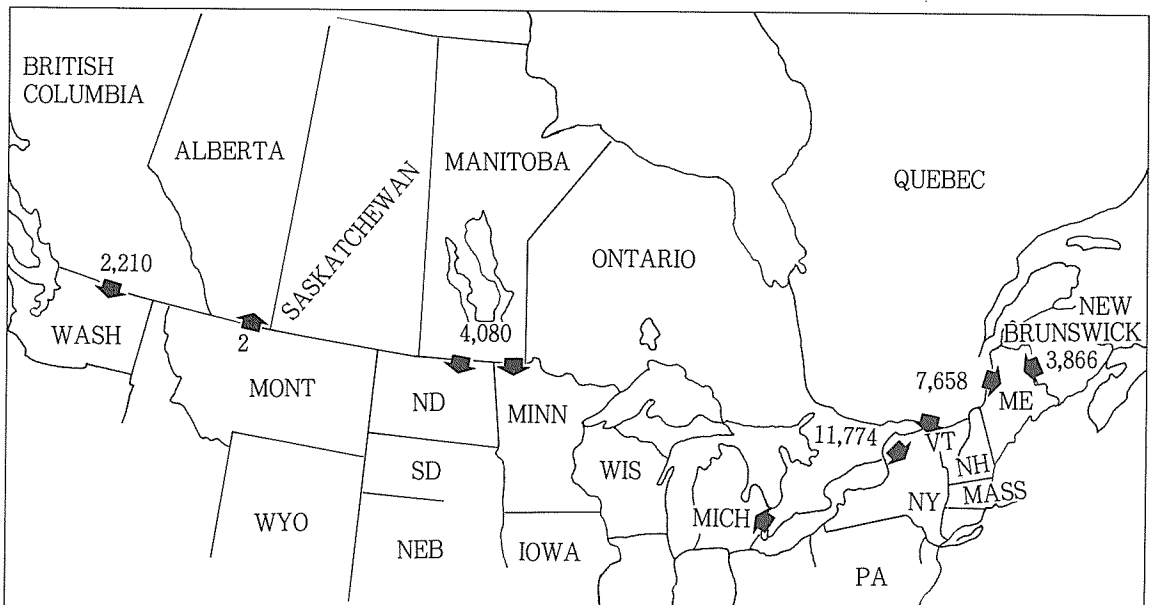
는 놀랄만한 일이라고 보여지는 점이다.

여기에는 인접한 캐나다가 大量의 電力을 미국에 판매하면서 미국 눈치보다가 大勢의 흐름을 타고 他 英連邦과 같이(勿論 불란서계가 主導權을 쥔 퀘벡주가 美東部에 막대한 量의 電力을 판매하는데 Measuring Sequence를 위해서도 Metric을 요구한 점도 간과 못하나) 변화의 선두 압력단체로 作用한 것도 무시할 수 없었던게 사실이다.

실제로 필자가 Alaska 전력청공사를 위시하여 Canada Quebec에서 동북부 미국의 버몬트주와 뉴햄프셔주를 거쳐 뉴욕시까지의 345KV AC와 450KV DC 송전선공사를 수행할때 뉴욕 전력청과 뉴잉글랜드 전력청에서 Canada에서 값싼 電力을 구입하는 대신 Inch-Pound System을 SI Unit로 환산하여 재설계하는데 엄청난 시간과 투자를 감내하는 것을 체험했고 우리는 多幸히 SI를 썼기에 설계 제작 시공까지 상당한 공기단축에도 도움받은 바 컸기에, 한발 앞선 계량단위만으로도 도움받은 바 큰 점을 기억하고 있다.

참고로 최근 책은 아니지만 Canada의 水力을 미국에서 구입하는 Chart를 여기에 유첨하고 수치는 GWh로 이해하기 바랍니다.

캐나다에서 수입하는 미국의 전력망(수치:GWh)



여기에서 前項에서도 소개한 바 있는 기본 SIUnit 의 7種과 보조단위 2개의 상관관계와 이들의 상호연 관성과 얽힘을 보면 전기기기 공업분야의 이해에 도 움이 될 것으로 믿고, 물질의 양을 표시하는 분자단 위(化學化工分野의 기초단위)를 제외하고는 상호연 관성을 요연하게 표시했음을 알 수 있을 것입니다.

또 한편 앞으로도 계속문제화 되고 지속적인 발전 과 진전을 거듭하고 개발 진전될 電力산업과 관련된 발전분야를 봐서 原子力이든 火力이든 水力, 風力, 太陽發電이든간에 터빈과 발전기의 관계에서 단위의 혼돈과 대조표 찾기에 조금이라도 도움이 될까해서 SIUnit의 Symbol과 Inch-Pound에서 SI Unit 도출 倍數를 도표하니 참고가 되면합니다.

한편 우리들이 항상 표현하고 記述하는 데는 共通點과 便宜와 간편명료한 點으로 혼돈을 야기하지 않 기 위해서 규약이나 標準化로 통일을 기하는데, 우리 나라는 교육의 문제도 있었으나 대개의 경우 적당히 대중대중의 뿌리에 꼭 박혀서 틀려도 잘봐달라고 하 는 것은 不注意해서 보다 無心코 써 갈겨놓고 큰 결 과를 초래하는 예를 얼마든지 본다.

예를 들면 限이 없겠으나 가장 많이 틀리고 誤記 하는 것들을 들면 다음과 같은데 꼭 고쳐졌으면 한 다.

1. 몇톤 몇톤할때 대개의 경우 T字를 쓰는데 이 것 은 Short Ton의 略字로 解析하고 이해하는지는 모르나 엄연히 1,000kg이 한톤이면 이런 글자를 찾기도 어렵고 실제 틀린다. 이유야 英國에서 쓰는 2,240파운드와 美國에서 쓰는 2,000파운드 가 있는 바 이 美國式 표기라고 할지 모르나 1, 000kg을 일톤으로 표기하는 SI Unit를 쓰면 틀 리니 조심함이 좋겠다.
2. 單位表記는 單數取扱해야 하는데 3m를 3ms라고 하면 틀리듯이, 10kg을 kgs라고 해도 안된다.
3. 1000단위 이상에서 회계처리가 아닌이상 띄어쓰 면 足하다. 즉 1000000kg이면 되는데 굳이 1,000,000kg으로 할 필요가 없는 것이다.

참고로 향후 착오나 도움이 될 것 같아서 계량환 산에 적용되는 表를 유첨하니 도움이 될 것으로 믿 는다.

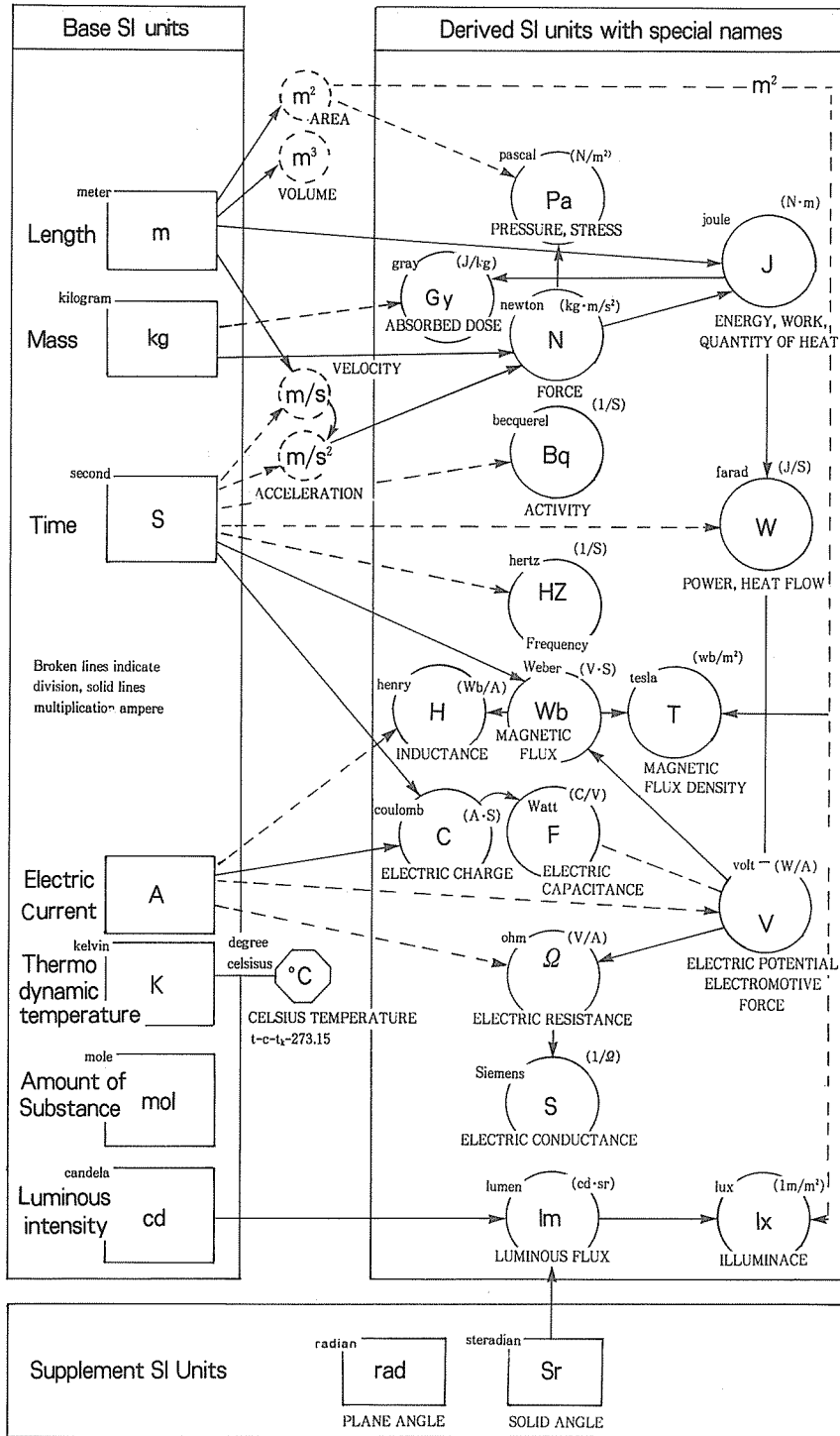
서두에서도 잠깐 거론했으나, 우리나라 科學技術者 들도 국제통용의 기본단위는 몰라도 보조단위라고 그 이름이 등재되기를 바라면서 유래를 간략히 소개 한 Sketch를 결드리니, 우리 후진들께 귀감이 되면 합니다.

전력계통(발전분야) Metric化 換算對比表

Table 2:Preliminary steam turbine-generator plant unit selection for conversion to metric measurements(tentative review by ANMC)

Quantity	Typical application	symbols	Conversion factors
Area	Boiler heating surfaces	m ²	ft ² × 0.0929 = m ²
			m ² × 10.76 = ft ²
Volume	Furnace	m ³	ft ³ × 0.0283 = m ³
	Fuel Oil storage tank	L	m ³ × 35.21 = ft ³ gal × 3.785 = L L × 0.264 = gal
Time(other than year, month, day)	Metering instruments	s, min, h	
Linear velocity	steam, gas and air flow Crane speeds	m/s	fpm × 0.00508 = m/s fps × 0.3048 = m/s m/s × 3.281 = fps m/s × 196.9 = fpm
	Vehicle travel speeds	km/h	mph × 1.609 = km/h km/h × 0.6215 = mph
Mass	Mass of bulk materials	t	tons × 0.9072 = t
	Mass of large components	t	t × 1.102 = tons
	Mass of machine component	kg	lb × 0.4536 = kg
	Mass of fluids in equipment	t	kg × 2.205 = lb
	Mass of fluids in operations	t	

Absolute humidity	Water content of air	g/kg	gr/lb × 0.7 = g/kg g/kg × 1.429 = gr/lb
Mass density	Density of coal, water, steel, air, hydrogen	kg/m ³	lb/ft ³ × 16.02 = kg/m ³ kg/m ³ × 0.0624 = lb/ft ³
Specific volume	Air hydrogen	m ³ /kg	ft ³ /lb × 0.0624 = m ³ /kg m ³ /kg × 16.02 = ft ³ /lb
Moment of inertia	moving machine parts, fan rotors turbine generators	kg·m ²	lb ft ² × 0.0421 = kg m ² lg m ² × 23.73 = lb ft ²
Pressure	Steam pressure (express as absolute) water pressure oil pressure Air pressure	kPa or MPa mm WG	psia × 6.895 = kPa kPa × 0.145 = psia (psig × 6.895) + 101 = kPa (kPa × 0.145) - 101 = psig in. WG × 25.4 = mm WG mm WG × 0.0394 = in. WG
	Barometric pressure	mm HG	in. Hg × 25.4 = mm Hg mm Hg × 0.0394 = in. WG
Energy	Electric power Heat from fuel	kWh kJ	kw·hr = kWh Btu × 1.055 = kJ kJ × 0.948 = Btu
Power	electric power Mechanical power	kW of MW kW	kw = kW HP × 746 = kW kW × 1.240 = HP
Flow rate (Volume)	Air, gas flow rate	m ³ /s	cfm × 0.492 × 10 ⁻³ = m ³ /s m ³ /s × 2119.0 = cfm ³
Flow rate (mass)	Steam flow rate Gas flow rate Water flow rate Air flow rate	t/h or kg/h	lb/hr × 0.4536 × 10 ⁻³ = t/h t/h × 2205.0 = lb/hr lb/hr × 0.4536 = kg/h kg/h × 2.205 = lb/hr
Temperature	Temperature	C	(F - 32) × 0.5556 = C (C × 1.8) + 32 = F
	Absolute temperature	K	C + 273 = K (F + 460) × 0.5556 = K R × 0.5556 = K
	Temperature difference	C	F × 0.5556 = C C × 1.8 = F
Heat flow rate	Heating, cooling release of heat, absorption of heat	kJ/h, MJ/h or GJ/h	Btu/hr × 1.055 = kJ/h kJ/h × 0.948 = Btu/hr
Heat flow rate per area	Heat flow exchangers	kJ/h m ²	Btu/hr/ft ² × 11.36 = kJ/h·m ² kJ/h·m ² × 0.0881 = Btu/hr/ft ²
Thermal conductivity (k-value)	Heat flow thru insulation	W/m·C	Btu/ft ² /hr/F/in. × 0.1442 = W/m·C
Coefficient of heat transfer (U value)	Heat flow from one object or medium to another	W/m ² ·C	Btu/hr/ft ² /F × 5.678 = W/m ² ·C W/m 2.6 × 0.1761 = Btu/hr/ft ² /f
Heat release rate	Heat release in furnaces	kJ/h·m ³	Btu/hr/ft ³ × 37.25 = kJ/h·m ³ kJ/h·m ³ × 0.0268 = Btu/hr/ft ³
Enthalpy	Thermodynamic calculations	kJ/kg	Btu/lb × 2.326 = kJ/kg kJ/kg × 0.4300 = Btu/lb
Heating value	Heating value of liquid fuels Heating value of gases	kJ/L kJ/m ³	Btu/gas × 0.279 = kJ/L kJ/L × 3.588 = Btu/gal Btu/ft ³ × 37.25 = kJ/m ³ kJ/m ³ × 0.0268 Btu/ft ³
	Heating value of solid fuels ("higher heating value")	kJ/kg	Btu/lb × 2.526 = kJ/kg kJ/kg × 0.4200 = Btu/lb
Heat rate	Efficiency of thermal units	kJ/kWh	Btu/kw·hr × 1.055 = kJ/kWh kJ/kwh × 0.948 = Btu/kw·hr
Specific heat	Air, steel, water	kJ/kg·C	Btu/lb/F × 4.186 = kJ/kg·C kJ/kg·C × 0.2389 = Btu/lb/F



기본단위와 그 연관성 및 보조단위 체계도

表記法과 換算表

Table 1: Dimensions and conversions

When you know		To find			
Symbol	number of	multiply by	number of	Symbol	
in	inches	^A 25.4	^B millimeters	mm	
ft	feet	^A 0.3048	meters	m	
yd	yard	^A 0.9144	meters	m	
mi	miles	1.609 34	kilometers	km	
yd ²	square yards	0.836 127	square meters	m ²	
	acres	0.404 686	^C hectares	ha	
yd ³	cubic yards	0.764 555	cubic meters	m ³	
qt	quarts(lq)	0.946 353	^D liters	L	
oz	ounces(avdp)	28.349 5	grams	g	
lb	pounds(avdp)	0.453592	kilograms	kg	
°F	degrees Fahrenheit	^A 5/9(after subtracting 32)	degrees Celsius	°C	
mm	millimeters	0.039 370 1	inches	in	
m	meters	3.280 84	feet	ft	
m	meters	1.093 61	yard	yd	
km	killometers	0.621 371	miles	mi	
m ²	square meters	1.195 99	square yards	yd ²	
ha	^C hectares	2.471 05	acres		
m ³	cubic meters	1.307 95	cubic yards	yd ³	
L	^D liters	1.056 69	quarts(lq)	qt	
g	grams	0.035 274 0	ounces(avdp)	oz	
kg	kilograms	2.204 62	pounds(avdp)	lb	
°C	degrees Celsius	^A 9/5(then add32)	degrees Fahrenheit	°F	

Multiples and submultiples Prefixes		Symbols
1 000 000 000 000 000 000 = 10 ¹⁸	exa(exa)	E
1 000 000 000 000 000 = 10 ¹⁵	peta(pet a)	P
1 000 000 000 000 = 10 ¹²	tera(ter a)	T
1 000 000 000 = 10 ⁹	giga(ġi ga)	G
1 000 000 = 10 ⁶	mega(meg a)	M
1 000 = 10 ³	kilo(kil o)	k
100 = 10 ²	hecto(hek to)	h
10 = 10 ¹	deka(dek a)	da
Base unit 1 = 10 ⁰		
0.1 = 10 ⁻¹	deci(des i)	d
0.01 = 10 ⁻²	centi(sen ti)	c
0.001 = 10 ⁻³	milli(mill)	m
0.000 001 = 10 ⁻⁶	micro(mi kro)	μ
0.000 000 001 = 10 ⁻⁹	nano(nan o)	n
0.000 000 000 001 = 10 ⁻¹²	pico(pe ko)	p
0.000 000 000 000 001 = 10 ⁻¹⁵	femto(fem to)	f
0.000 000 000 000 000 000 = 10 ⁻¹⁸	atto(at to)	a

NBS Pub 30AA(Revised aug 1976)

^Aexact ^Bfor example, 1in=25.4mm, so 3 inches would be(3 in)(25.4mm/in)=76.2mm

^Chectare is a common name for 10,000 square meters ^Dliter is a common name for fluid volume of 0.001 cubic meter

Note:Most symbols are written with lower case letters;exceptions are units named after persons for which the symbols are capitalized. Periods are not used with any symbols.

〈計量單位 유래〉

Farad	Henry	Newton
<p>The unit for capacitance, the farad(F), is derived from the two base units, ampere and second, and the derived unit, volt, $F = A \times s/V$.</p> <p>The unit was named in honor of <u>Michael Faraday</u>(1791–1867), an English physicist whose research led to the electrical transformer.</p>	<p>The metric unit for electrical inductance, the henry(H), is derived from two basic units, ampere and second, and the derived unit, volt, $H = V \times s/A$. The unit was named for <u>Joseph Henry</u> (1797–1878), an American physicist who discovered the principles of electrical induction.</p>	<p>The metric unit for force, the newton(N), is derived from three basic SI units, the kilogram, meter, and second, $N = Kg \times m/s^2$</p> <p>The unit was named in honor of <u>Sir Isaac Newton</u>(1643–1727), an English physicist whose research led to his three laws of motion.</p>
Joule	Ampere	Volt
<p>The metric unit for energy, the joule(J), is derived from the base unit, meter and the derived unit, the newton, $J = N \times m$. The unit was named in honor of <u>James Prescott Joule</u>(1818–1889), an English physicist whose research led to the law of conservation of energy.</p>	<p>The SI unit of electric current, the ampere(A), is named after French physicist <u>Andre Marie Ampere</u>(1775–1836).</p> <p>During a single week in 1820, Ampere measured and analyzed the major magnetic effects produced by uniform electric currents flowing through conductors.</p>	<p>The metric unit for voltage, the volt(V), is derived from the base unit, ampere, and the derived unit watt, $V = W/A$.</p> <p>The unit was named in honor of Count <u>Alessandro Giuseppe Volta</u>(1745–1827), an Italian physicist who constructed the first voltaic pile(battery).</p>
Becquerel	Celsius	Kelvin
<p>The metric unit for activity of ionizing radiation is derived from the base unit, second $bq = 1/s$. It is named for <u>Henri becquerel</u> (1852–1908), the French physicist who found that the rays (resembling X ray) from mixed uranium ores ionized the air through which they passed.</p>	<p>On the Celsius scale, the freezing point of water is designated at 0 °C, boiling point at 100°C, and absolute zero is –273.16°C. The unit was named in honor of <u>Anders Celsius</u>(1701–1744), the Swedish astronomer who invented the centigrade(Celsius) thermometer.</p>	<p>The thermodynamic or Kelvin (K) scale of temperature measurement used in the metric system has its zero point at absolute zero, and has a fixed point at the triple point of water, defined as 273.16° kelvin. The unit was named in honor of <u>William Thompson, Baron Kelvin</u> (1824–1907).</p>

Gray	Pascal	Siemens
<p>The metric unit for absorbed dose is derived from the base unit, kilogram, and the derived unit, joule. $Gy = J/kg$. The unit was named for <u>Louis Harold Gray</u>(1905–1965), an English physicist who specialized in radiobiology and who pioneered its use in the treatment of cancer.</p>	<p>The metric unit for pressure and stress, the pascal(Pa), is derived from the basic unit meter, and the derived unit, newton, $Pa = N/m^2$. The unit was named in honor of <u>Blaise Pascal</u>(1623–1662), a French mathematician who is considered the founder of hydrodynamics.</p>	<p>The metric unit for electric conductance, the siemens(S), is derived from the base unit ampere, and the derived unit, volt, $S = A/V$. It is the inverse of the ohm, It was named after C. <u>William Siemens</u>(1823–1883), who invented the alternating-current dynamometer.</p>
Tesla	Weber	Watt
<p>The metric unit for magnetic flux density, the tesla(T), is derived from the base unit, meter, and the derived unit weber, $T = Wb/m^2$. The unit was named in honor of <u>Nikola Tesla</u>(1856–1943), who developed the Tesla motor and a system of electric power transmission.</p>	<p>The metric unit for magnetic flux, the weber(Wb), is derived from the basic unit, second, and the derived unit, Volt, $Wb = V \cdot s$. The unit was named for <u>Wilhelm Weber</u>(1804–1891), a German physicist who discovered the relationship between electricity and magnetism.</p>	<p>The Watt(W), the SI unit for power, was developed by electrical engineer <u>William Siemens</u> in 1882. The Unit is derived from the base unit, second, and the derived unit, joule, $W = J/s$. It's named for James Watt(1736–1819), who developed the horse power unit.</p>
Ohm	Coulomb	Hertz
<p>The metric unit for electrical resistance, the ohm(Ω), is derived from the base unit, ampere, and the derived unit, volt, $\Omega = V/A$. It was discovered by <u>Georg simon Ohm</u>(1787–1854). While teaching high school at Cologne, he made the measurements that established Ohm's law.</p>	<p>The metric unit for quantity of electricity or electric charge, the coulomb(C), is derived from the two base units, ampere and second, $C = A \times s$. Unit was named after <u>Charles Augustin de Coulomb</u>(1736–1806), a French physicist who pioneered electric and magnetic investigations.</p>	<p>The hertz(Hz), the SI unit for measuring the frequency of repeating processes, is named for <u>Heinrich Rudolf Hertz</u>(1857–1894), a German physicist, One hertz represents one cycle or completed event per second($Hz = 1/s$). Hertz is best known for producing electromagnetic waves.</p>