



NAK® 研发背后的故事

Product story

40 年了，承蒙关照。

2020 年，在大家的支持下，NAK80 迎来了上市 40 周年纪念。

为了表达对您过往支持的感谢，以及期盼您今后的持续关注，我们将为您揭秘由 NAK 研发人-渡边敏幸博士讲述的那鲜为人知的研发背后的故事。

支撑了日本制造业的 NAK，今后仍将与大家一同携手共进。

1. NAK 开发的根源

- 进入公司的契机和当时所负责的业务
- 研发始于所长当时的一声令下
“渡边，去做相反的东西”
- 疯狂地制作了 500 种材料
- 添加“铜”的独创性理由
提示来自于实验数据和铝镍钴磁铁

2. 模具需求的发掘，NAK55 的诞生

- NAK 的第一步是高精度轴用的材料 (NAK51、NAK52)
- 即使 40 HRC 也加工得动。模具需求的发掘
- 正因为“脆”反而“易切削”的妙趣所在 (核心卖点的确立)
- NAK55 的诞生 (添加硫的着眼点)

3. 从产品化到普及背后的不为人知的故事

- “蚀纹加工”问题。什么是蚀刻？
- “烧焊”问题。NAK 的魅力在于可恢复性
- 从席卷塑料模具行业的切削试验中完成第 1 款产品
- 在研究所完成接单、切割并销售！？
- NAK 销售成功的关键是三家公司的合并 (流通渠道的参与)

4. NAK80 的诞生，以及向世界发起的挑战

- 重视镜面性的 NAK80 的诞生
- NAK 与特殊熔炼的关系
- “ONE TEAM”获得社长表彰
- NAK 向全球推广的困难

5. NAK 研发员寄语

- 致钟爱 NAK 的客户：请向我们不断地提出材料需求
- 致年轻的研发员和销售员：“不要放弃！”
- 对至今仍畅销的 NAK 的看法

1. NAK开发的根源



进入公司的契机和当时所负责的业务

井坂 首先，请渡邊先生分享一下您当初加入公司的契机。

渡邊 我是材料学工学部出身的，当时有位专门研究三元相图的武田修三教授。从他的研究室毕业的学生基本都会被分配到和歌山县的高炉企业。实际上我老家是在爱知县冈崎市开味噌店的。我一个本应做味噌腌制的人，不知怎么搞的，因为有材料学的背景，现在要跑到和歌山县去就业。我的祖母听说后大怒，说不是为了这个才送我去上大学的，然后她气冲冲地跑到学校投诉去了。迫于我祖母气势汹汹的架势，大学方面建议让我到靠近爱知县冈崎市的大同特殊钢的研究所就职。当时的浅田千秋所长说：如果是这样的话，我来关照他吧。就这样，在他的许可下，我入职了。

井坂 刚入职时您的工作内容是什么？

渡邊 就是大量阅读各种文献。每天翻看德文版的《特殊钢指南》，然后翻译成日文交上去，就这样大概做了1年时间。

研发始于所长当时的一声令下 “渡邊，去做相反的东西”

渡邊 当时，由于日本工业处于黎明期，所以大家对美国的先进工艺很感兴趣。浅田所长也是其中之一。有一天，他对我说：“美国工业杂志上刊登了一种有趣的材料。你试着参考这个，减少些合金元素，开发出类似的新材料来。”他说：“一般的特殊钢都是先淬火硬化，然后再软化处理的。渡邊，你要做的，是反其道而行之。”

井坂 当时所长给您的是一本什么杂志？

渡邊 现在已经停刊了，是《Metal progress》杂志。当时正盛行研究这类先进材料。我也觉得非常有趣，所以就沉浸其中了。然后我发现元素之间存在各种各样的周期性规律。

使用镍 (Ni) 或铝 (Al) 进行硬化处理的情况应该很少见吧？硬度通常是通过碳 (C) 含量来提升的。但我发现，使用金属间化合物时，材料会呈现出有趣的特性。



疯狂地制作了 500 种材料

渡邊 虽然我接到的任务是“做一种先淬火变软，然后再硬化处理的材料”，但一开始我是完全没有头绪的。当时因为无法通过计算预测金属组织，只能凭直觉摸索方向，像傻子一样做了大概 500 种材料。当今社会，或许有人会说“再搞这么拖泥带水的把戏也是徒劳”。但我始终相信这其中一定有能用的。

井坂 制作这 500 种材料大约花了多长时间？

渡邊 嗯，大约两年吧。当时使用的是小型的 500 克熔炉，每天就是熔炼凝固、熔炼凝固，如此反复。

正因为如此，时不时还真的冒出了些意想不到的东西来。

井坂 是有基础性的线索吗？表明这种逆向思维的材料开发方式是行得通的。

渡邊 钢铁中出现细小粒子时，整体不是会变硬嘛。我们通过各种调查，逐步筛选出了构成这些细小粒子的元素。然后通过巧妙组合镍 (Ni)、铝 (Al) 和铜 (Cu) 的配比，研制出了这种在后期硬化的材料。

添加“铜”的独创性理由。提示来自于实验数据和铝镍钴磁铁

井坂 添加“铜”这个想法非常具有独创性，请问您是怎么想到的呢？

渡邊 是基于前面制作的 500 种材料的实验数据想到的。当时要考虑怎么才能让 3% 的镍析出硬化，以及用什么作为第三元素。然后很偶然地，我注意到了“铝镍钴磁铁”。铝 (Al)、镍 (Ni)、钴 (Co) 和少量的铜 (Cu)。铝镍钴磁铁的基体是铁素体（体心立方晶格），NiAl（镍和铝构成的金属间化合物）作为析出相存在。然后我就想，如果在当前开发的材料中也加入铜元素，可能更容易析出 NiAl 相，那不就有可能提升硬度了吗？当时全凭直觉。

井坂 嗯，还真是独特，确实不容易想到。

2. 模具需求的发掘，NAK55的诞生



当时用于微区成分分析的EPMA(1964年)

NAK 的第一步是高精度轴用的材料 (NAK51、NAK52)

渡邊 事情是从做出了具有这种性质的材料开始的。浅田所长说，这不是很有趣吗！不知道该怎么用它来做什么。虽然技术上很有趣，但大家觉得工业上可能派不上什么用场。

经过反复试验，我们发现材料不会变形，就去查哪些用途对超微米级的变形是有严格要求的，然后就发现了微型电机用的轴。类似用途还有注塑机用的轴。我们进行了试作，做了各种尝试。

井坂 听说那需要非常高的精度。当时行业的普遍做法是，先加工，之后再对变形部分进行精加工修正。是想到用这种新材料就不需要做精加工修正了吧？

渡邊 我们特意拜托了一家注塑机厂商的社长帮忙。把样品送过去后，和研发团队一起进行了测试。大家都说“热处理先变软，再硬化”的材料闻所未闻啊。这到底是什么东西呢。

于是大家开始探讨：究竟要硬化到什么程度才具有工业价值？当时我们把目标定在洛氏硬度 30 HRC 左右，但实际测试后发现 30 HRC 太软了。最后讨论的结果是需要再硬一些，要达到 40 HRC 的要求。

即使 40 HRC 也加工得动。模具需求的发掘

井坂 当出现 40 HRC 的话题时，是需求已经涉及到“模具”领域了吗？

渡邊 是的，当时在背景讨论中已经涉及到这方面了。

井坂 有一点让我非常感兴趣，就是为什么从结构钢突然转向到了“模具”范畴？

渡邊 据说当时的塑料模具，甚至有人使用报废船只的铁板。那真是逮着什么用什么啊。但报废船只上的钢板用的是脱氧钢，内部残留着气体，加工过程中会出现气孔很麻烦。当时有很多模具厂商都经历过这种情况。

井坂 直到现在，业内仍把这种内部气孔称为“蜂窝”。

渡邊 就是那样的年代。在这方面，特殊钢是镇静钢，经过充分脱氧处理，可以断言不会出现这类问题。我们最终达成共识，既然如此，用来做塑料模具就没问题了。

本想着能用模具上了，但又有人提出：软料状态加工后再做热处理硬化，这种做法太费事了，不如一开始就提供预硬材料。但是，硬度达到 40 HRC 的材料通常是很难加工的。

其实这里已经暗藏玄机，当时新兴的注塑模具正需要这种在 40 HRC 硬度下依然可加工的材料。怀着抓住机遇的心情，我们开始了这项研究。

井坂 硬度达到 40 HRC 也能加工得动的材料，这在当时简直难以想象吧。

正因为“脆”反而“易切削”的妙趣所在 (核心卖点的确立)

渡邊 经过各种尝试后，我们发现材料在热处理后会变得很脆。说到“脆”，您知道这个笑话吗？说如果从卡车上扔下热处理过的材料，它就会裂开！

井坂 我听说过！

渡邊 就像所形容的那般，这种材料非常的脆。当时大家都质疑：这么脆的材料，能有什么用途？但有一家模具厂在偶然尝试加工时意外发现，即使硬度达到 40 HRC 也依然能顺利切削。

后来我才想明白其中的原理：这种析出硬化的材料虽然能抵抗垂直方向的力，但当受到的是斜向力作用时抵抗力容易被瓦解。而这种斜向力正是所谓的“剪切力”。来自切削刀刃的受力几乎都是剪切力。所以，不能仅因为脆就全盘否定。这不恰恰可以利用它的脆性提高切削性吗？这种材料是脆，但也正因为脆反而更易切削。硬度这么高却能达到碳素钢般的切削效果，这不是很有趣吗？这个特性后来成了我们推广材料时的核心卖点。



涩川工厂 3500 吨锻压机 (1977 年)

NAK55 的诞生 (添加硫的着眼点)

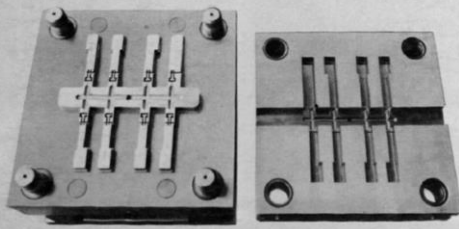
井坂 为什么会想到在这种材料中添加硫 (S) 呢？

渡邊 这非常简单。因为加入非金属夹杂物能够提高材料的切削性。在夹杂物中，要说软的夹杂物，那就非硫化物莫属了。然后，研磨加工性也很重要，我们大概做了 5 个基准的实验，最终判断现在的添加量是适当的。

客户经常提到镜面加工性等各种专业术语，说这是塑料模具的必要特性，但由于当时我对模具本身并不了解，所以才有了后来的一连串发现。



3. 从产品化到普及背后的不为人知的故事



用NAK55制作的塑料模具（钢琴白键·1971年）

“蚀纹加工”问题。什么是蚀刻？

渡边 在模具行业中，即便按照图纸制作，有时也会出现成品尺寸（与设计）不符的情况。这样一来，就需要先切削进行堆焊修复，恢复原有形状后，再重新做表面的蚀纹。在这种情况下，就出现了蚀纹处理的问题：经过蚀刻的部位会留下痕迹，该如何处理？

首先我就在想：蚀纹是什么？我甚至都没听说过“蚀刻”这个词！

但是，（株）棚泽八光社的社长为我作了解答。他告诉我：渡边先生，有种名为“温润感蚀刻”的工艺，能让金属蚀刻呈现出宛如人体肌肤般的触感。

当时研究所里有个摄影室，里面有个对蚀刻技术很感兴趣的人。他给出了合乎逻辑的解释：尖角因为锐利而显得冰冷，而做成R角则显得柔和很多，而那个R就是腐蚀的问题。

井坂 他的洞察力不错嘛。不过现在倒是都知道了。

渡边 当时他就说过，人类视觉感知的差异在于：光线是直接锐利地反射入眼，还是经由各种角度广泛散射后被接收的。

井坂 如今虽然已经能够实现极其精密的加工，但若想用机械加工来模仿蚀刻工艺，依然难以呈现那种锐利而富有温润感的质感。所以人们说蚀纹工艺将来能保留下来。

渡边 果然人类的感觉是很厉害的。

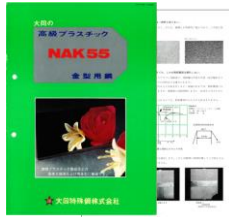
“烧焊”问题。NAK的魅力在于可恢复性

渡边 还有烧焊问题。经过淬火回火后的材料再做烧焊的话，会留下HAZ（=热影响区）。有人向我提出：蚀纹不均匀可不行啊，得想办法解决。

井坂 这是个难题啊。

渡边 也是个不得不接受的挑战，所以我就应下了。结果发现，NAK本身就具有这种特性。这种经过析出硬化的材料，加热一次就会变软。然后用低温再加热一次，就能恢复到原来的硬度。所以即使做了烧焊也不会产生影响，是可以恢复的！这下弄明白了。

在棚泽八光社和研究所诸位的帮助下，这些问题都得以顺利解决了。



上市初期的产品目录（1978年）

从席卷塑料模具行业的切削试验中完成第1款产品

渡边 当时有人说，那么硬还能加工得动，这肯定是骗人的。于是，有塑料模具的业界人士提出让我们在大家面前试加工一下。我带上NAK去到桶狭间（爱知县名古屋一地名）附近的一家模具厂，请他们做了切削试验。结果“不可思议的事情发生了，真的切得动！”，但随后又有人质疑“硬度真的有40 HRC吗？”。我们就当场测了硬度，结果“真的有40 HRC”。

后来，当时在场的其中一家公司向我们提出，由他们代表行业在实际的模具项目上进行试作。那是一家做汽车转向指示灯罩模具的公司。虽然是对方提出的“试作”，但他们转头又跟我们说：模具费用当中材料费仅占5%，剩余的95%是加工费，如果失败了，你们要赔偿加工费给我们，500万日元！

当时我们负责指挥的开发部长答应了会想办法解决这个问题。我暗地里捏了一把汗，心想：如果失败了那麻烦可就大了。就算加上我的退休金也不够赔500万日元呀。但我还是说了YES，答应了下来。

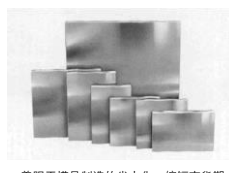
井坂 是内心涌起了一股强烈的“必须干成这事”的信念了吧。能下决心赌上500万日元，您当时应该很有信心吧？

渡边 不，没有信心。嘴上答应着，其实腿是在抖的。但是，都到这份上了，只能干了。上级问我有没有成功的依据，我说不试怎么知道。结果整个试作下来，竟然很顺利。第1款产品就诞生了。

在研究所完成接单、切割并销售！

井坂 也就是说，这作为成功案例后来被推广开了吧？

渡边 嗯，不过那之后可又费大工夫了。模具这行当要应对各种尺寸的订单。客户往往在下单的时候就要求“当天必须把板材加工好放进仓储架，第二天塑料模具厂就要来取货”。那时候根本没有成熟的流通体系，是研究所的员工们每天工作到傍晚，确认尺寸、用锯床切割、再把成品堆放进仓储架。他们真的帮了大忙啊。



着眼于模具制造的省力化、缩短交货期而开始的板材销售

NAK销售成功的关键是三家公司的合并（流通渠道的参与）

井坂 后来为了让业务稳定下来应该非常困难吧，请问您当时遇到了哪些棘手的难题呢？

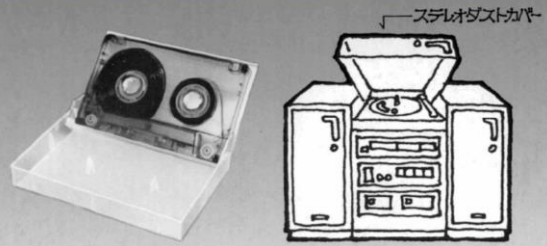
渡边 当时听到了很多议论，说塑料模具业务大同是做不来的。

销路基础的奠定，是从3家公司完成合并（1976年，大同製鋼(株)和日本特殊鋼(株)、特殊製鋼(株)合并，并把公司名称改为大同特殊鋼(株)），有了流通渠道参与进来后开始的。其中，(株)鐵鋼社起了很大的作用。为打造最有效的销售渠道，鐵鋼社的會田東志先生殚精竭虑，构筑起了一套行之有效的流通体系。他曾说过“NAK是我开发的”之类的话，在某种意义上确实如此。

井坂 也就是说，鐵鋼社对塑料模具的构想和渡边先生您开发的NAK材料相遇了。真是一场了不起的相遇啊。

渡边 要多向不同的地方投放样品，捕捉用户需求，并深入挖掘。如果只是听完需求就搁置不管，那事情就到此为止了。我认为最关键的是要深入探究“为什么？”

4. NAK80的诞生，以及向世界发起的挑战



NAK80上市初期的宣传报道（磁带盒等透明产品·1985年）

重视镜面性的NAK80的诞生

井坂 NAK55是一款非常好的材料。但是，虽然觉得NAK55可行，但还是在后来又研发出了NAK80，请问这其中的契机是什么？

渡边 是镜面加工性。当NAK55被用到非常苛刻的用途上，我们逐渐意识到模具的镜面状态会影响到成品的效果。因为想要好的切削性所以才在NAK55里添加了硫(S)，但因为有了改善抛光性的需求，于是我们又开始尝试逐渐减少硫的添加量，并收集相关数据。

井坂 于是才有了完全不添加硫的想法吧。

渡边 有了含硫的NAK55和不含硫的NAK80两个选择，客户就可以根据自己的需求选材了。这就是当时的情况。

井坂 NAK55更好切削，NAK80更好抛光，这两者性能差别之大，以至于现在有客户甚至会怀疑两者的硬度是否有所不同。

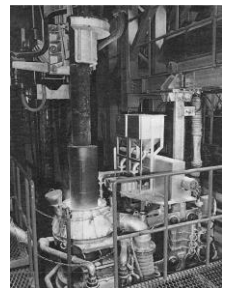
NAK与特殊熔炼的关系

井坂 当时，能想到用最先进的技术，也就是用VAR（真空电弧炉熔炼）和ESR（电渣重熔）等特殊熔炼法来炼钢，也是很大胆的想法了。一开始是想用大气熔炼法的吧。

渡边 是的，一开始想的是大气熔炼。但大气熔炼出来的效果，表面有脆的部分，用硬物敲击会出现满满的伤痕。客户现场反馈来说满满的磕伤处理起来很麻烦。于是，凭直觉，我觉得可以试试用特殊熔炼法。

井坂 这非常合理。由于特殊熔炼法是层叠凝固的，固化很快，所以能形成非常漂亮的组织。在制作上可谓是相当用心了。毕竟这样做影响最大的是镜面性。

渡边 是吧，哪里哪里，这只是碰巧的结果罢了。



涩川工厂的ESR（1971年）

“ONE TEAM”获得社长表彰

井坂 听说您们获得了社长表彰，当时大家有在一起庆祝吗？

渡边 整个团队大概有100人，大家一起分了奖金并庆祝了一番。说自己开发了NAK的人多了去了。最初是研究所现场的4、5个人，慢慢的参与进来的人越来越多。从前日本就很流行“ONE TEAM”这个说法，但这真的是靠“ONE TEAM”共同实现的。我们一心只想怎么做好项目推进，至于失败后怎么办，完全无暇顾及。这是一个非常令人开心的奖项。

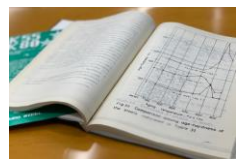
NAK向全球推广的困难

井坂 现在，在海外向客户做宣传时，即使他们不知道“大同特殊鋼”，只要说是“NAK的生产厂家”，往往也能得到认可。

渡边 那真是令人高兴！

井坂 当时，对于那些对NAK半信半疑的客户，什么方法最有效呢？

渡边 研讨会和讲座，我们经常举办。通过技术资料讲解蚀纹加工的效果时，出乎意料地客户饶有兴致地听了起来。强调虽然材料费稍高，但从总成本考量反而更划算这一点也很重要。不过最关键的是客户信任好的品质、技术和产品，当他们认可“按大同说的做准没错”时，一切就水到渠成了。即便被质疑“真的假的？你该不会是吹牛的吧”，但只要客户愿意认真倾听并给予部分信任，这些支持就能成为我们坚持下去的动力。可以说，正是大家的信赖让我们跨越了重重困难。



博士论文《Ni-Al-Cu时效硬化型结构用钢的研究》（1975年发表）

5. NAK研发员寄语



从出生，到学步，
再到长大成人，
走到今天的每一步都不容易。

致钟爱 NAK 的客户：请向我们不断地提出材料需求

井坂 请对钟爱 NAK 的客户、用户们说两句话。

渡边 感谢大家让材料发挥了它固有的性能，感谢大家的使用。客户很好地理解了 NAK 的特性。这让我感到非常高兴。正是因为有批发商、流通商、加工商等众多人的合作，NAK 才走到了今天，我想，接下来应该推出更多对他们有帮助的产品。

所以，希望不断有人向我们提出材料需求。哪怕不是那么合乎逻辑的也可以。以前，塑料模具是用报废船只的铁板做的，但会出现气孔很麻烦。哪怕是像这类的话题，只要您提出来，我们就有望集结大同的技术服务人员和营业人员的力量，制作出新的材料。

致年轻的研发员和销售员：“不要放弃！”

井坂 能否请您为奋斗在各个领域的现役人员提供一些建议或给他们加加油呢。有没有“唯独这个决不能忘”之类的寄语？

渡边 总之，不能放弃。要坚持不懈地干下去。尽管对既定目标不轻言放弃很重要，但更关键的是要不断打磨和更新目标本身，并朝着它持之以恒地奋进。但是周围也有很多人拖后腿，所以组织上提供支持也很重要。当然，你本人也应该详细说明宗旨，以争取周围人的支持。

对至今仍在畅销的 NAK 的看法

井坂 最后，请谈一谈您对 NAK 的看法。

渡边 我觉得它从出生，到学步，再到长大成人，一直都在独自成长。现在也渐渐有了大家庭的氛围。能走到这一步真的不容易啊，希望 NAK 今后也能继续茁壮成长。40 年啊。能畅销 40 年真是了不起。

井坂 NAK80 从诞生到现在已经 40 周年了。我们希望把它作为受欢迎的品牌精心培育下去。感谢您今天的分享。



采访结束后
(2020 年 1 月 27 日于大同特殊鋼东京总部)

渡边敏幸博士已于 2021 年 11 月与世长辞。在此谨表哀悼之忱。



NAK 研发员
渡边敏幸 工学博士

略歴

- 1961 年 3 月 名古屋大学工学部金属工学科卒
- 1961 年 4 月 大同製鋼(株) (現 大同特殊鋼)入社
研究所物理冶金研究課配属。鉄鋼材料開発及び熱処理に関する研究開発に従事。
1971 年、工学博士号取得。
- 1978 年 3 月 建設工学 技術第一部長
- 1985 年 10 月 技術サ-ビス第一部長
- 1992 年 6 月 取締役営業本部東支技術サ-ビス部長
- 1994 年 6 月 常務取締役兼材料事業部長
- 2000 年 6 月 特別技術顧問
- 2003 年 1 月 顧問退任



采访者 井坂 剛
大同特殊鋼(上海)有限公司
工具鋼技術部長

NAK 是大同特殊鋼株式会社の注册商标或商标。
严禁未经授权转载、复制或改编本内容的部分或全部。

关于 NAK 的详细信息请从官网主页上搜索

NAK 大同特殊鋼

搜索



NAK80 品牌主页请从这里访问
www.daido.co.jp/cn/products/tool/nak80/